grkg

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Akademia Libroservo/IfK
Kleinenberger Weg 16B
D-33100 Paderborn

Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaftversuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. - Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezogenen Pädagogik und Literaturwissenschaft. -

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan naturscienco, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kulturscienca metodoj. Apartenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri „artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. - Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboraĵoj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj. -

Cybernetics of Social Systems comprises all those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics), *aesthetics of information* and *cybernetic educational theory*, *cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics*. - In addition to its principal areas of interest, the GrKG/HUMANKYBERNETIK offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics*, *cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intélligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe - par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire - également des trois autres champs de la science cybernétique: la biocybernétique, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concernent la cybernétique.

ISSN 0723-4899

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines



HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire

Band 37 * Heft 1 * März 1996



Akademia Libroservo

Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT

(grkg/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie sind z.Zt. offizielles Organ folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

INSTITUT FÜR KYBERNETIK BERLIN e.V.
Gesellschaft für Kommunikationskybernetik
(Direktor: Prof.Dr.phil.habil. Heinz Lohse, Leipzig, D)

TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko
(prezidanto: D-ro Dan Maxwell, Washington, USA; ĝenerala sekretario: Inĝ. Milan Zvara, Poprad, SK)

AKADEMIO INTERNACIA DE LA SCIENCOJ San Marino
publikigadas siajn oficialajn sciigojn komplete en grkg/Humankybernetik.

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines



Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire **Band 37 * Heft 1 * März 1996**



Akademia Libroservo

Verlag und Anzeigenverwaltung	**Eldonejo kaj anoncadministrejo**	**Publisher and advertisement administrator**	**Edition et administration des annonces**



Akademia Libroservo - Internacia Eldongrupo Scienca:
AIEP - San Marino, Esprima - Bratislava, Kava-Pech - Dobrichovice/Praha,
IfK GmbH - Berlin & Paderborn, Libro - Jelenia Góra
Gesamtherstellung: **IfK GmbH**
Verlagsabteilung: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
Telefon (0049-/0-)5251-64200 Telefax: -163533

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember). Redaktionsschluß: 1. des vorigen Monats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1. Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z. Zt. gültige Anzeigenpreisliste auf Anforderung.

La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la unua de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redakcio, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Momente valida anoncprezlisto estas laŭpete sendota.

This journal appears quarterly (every March, Juni, September and December). Editoial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set our on the third cover page) to the editorial board, subscription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements at request.

La revue est trimestrielle (parution en mars, juin, septembre et décembre). Date limite de la rédaction: le 1er du mois précédent. L'abonnement se prolonge chaque fois d'un an quand une lettre d'annulation n'est pas arrivée le 1er décembre au plus tard. - Veuillez envoyer, s.v.p., vos manuscrits (suivant les indications de l'avant-dernière page) à l'adresse de la rédaction, les abonnements et les demandes d'annonces à celle de l'édition. - Le tarif des annonces en vigueur est envoyé à la demande.

Bezugspreis: Einzelheft 20,-- DM; Jahresabonnement: 80,-- DM plus Versandkosten.

Druck: Druckerei Reike GmbH, D-33106 Paderborn

Anmerkungen zu Stegmüllers Kritik der Neyman-Pearson-Theorie

von Klaus LINDNER, Lüneburg (D)

Manche Kritiker (z.B. *Edwards*, 1972, *Stegmüller*, 1973, *Witte*, 1980) der *Neyman-Pearson*-Testtheorie bemängeln, daß bei Anwendung dieser Theorie über die zu testende Nullhypothese anhand der Tatsache entschieden wird, ob die Stichprobenrealisierung $x \in \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ in einen gewissen *Bereich* (den Ablehnungsbereich des Tests) zu liegen gekommen ist oder nicht. Die Tatsache, daß man bei diesem Ansatz nicht nur die Wahrscheinlichkeit (bzw. die Likelihood) der vorliegenden Stichprobenrealisierung sondern auch die aller anderen im Ablehnungsbereich des Tests liegenden Stichproben in die Analyse einbezieht, wird als unangemessen empfunden.

Stegmüller faßt seine Kritik u.a. sogar in folgende Worte: „Die *Neyman-Pearson*-Theorie beruht demgegenüber bloß auf gewissen Plausibilitätsbetrachtungen ... . Auf jeden Fall fehlt dieser Theorie ... das systematische Fundament." (*Stegmüller*, 1973, S. 176).

Angesichts der Tatsache, daß die *Neyman-Pearson*- (kurz: N-P-) Theorie ein in der mathematischen Theorie fest verankertes Kernstück der Statistik darstellt, könnte man diese Kritik übergehen, würde sie nicht von einem so renommierten Wissenschaftstheoretiker wie *Stegmüller* geäußert worden sein.

Den Gründen für sein hartes Urteil wollen wir nachgehen. *Stegmüller* (1973, S. 172-175) entwickelt diese Gründe keineswegs ausschließlich, aber u.a. an dem folgenden Beispiel, dessen ausführliche Analyse den Gegenstand der vorliegenden Betrachtung bilden soll:

Die Zufallsvariable X habe den folgenden Wertebereich:

$$\{x_0 = 0,\ x_1 = 1,\ x_2 = 2, \ldots, x_{100} = 100\}$$

Unter der Nullhypothese H_0 habe X die folgende Wahrscheinlichkeitsverteilung:

$$P_{\gamma_0}(x_j) \quad = \quad \begin{cases} 0.9 & \textit{für} \quad j = 0 \\ 0.001 & \textit{für} \quad j = 1, 2, \ldots, 100 \end{cases}$$

Diese Nullhypothese soll auf dem Signifikanzniveau $\alpha = 0.10$ gegen die Alternativhypothese H_1 getestet werden, die besagt, daß *genau eine* der 100 Verteilungen (i=1,2,...,100)

$$P_{\gamma_i}(x_j) \quad \begin{cases} 0.91 & \textit{für} \quad j = 0 \\ 0.09 & \textit{für} \quad j = i \\ 0 & \textit{sonst} \end{cases}$$

vorliegt.

		Wertebereich x_j					
		0	1	2	3	...	100
H_0:	$P_{\gamma_0}(x_j)$	0.90	0.001	0.001	0.001	...	0.001
	$P_{\gamma_1}(x_j)$	0.91	0.09	0	0	...	0
H_1:	$P_{\gamma_2}(x_j)$	0.91	0	0.09	0	...	0
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
	$P_{\gamma_{100}}(x_j)$	0.91	0	0	0	...	0.09

Für seine Diskussion dieses Beispiels läßt *Stegmüller* (1973) ausschließlich Stichproben vom Umfang n = 1 (!) zu.

Als nur auf den Likelihoodwerten der tatsächlich realisierten Stichprobe x basierende Testprozedur schlägt *Stegmüller* (1973, S.173) den folgenden Test vor:

Test A: $\begin{cases} H_0 \textit{ ist zu verwerfen, wenn } x \in \{1, 2, \ldots, 100\} \textit{ auftritt, im Fall } x = 0 \\ \textit{soll keine Entscheidung getroffen werden.} \end{cases}$

Dieser Test A ist ein Test zum Niveau α, aber er ist - wie *Stegmüller* betont - nicht unverfälscht, denn die Wahrscheinlichkeit für eine Ablehnung von H_0 beträgt unter H_1 nur 0.09, ist also kleiner als unter H_0 ($\alpha = 0.1$).

Stegmüller stellt dem Test A einen Test B gegenüber, den er als gleichmäßig besten unverfälschten invarianten (UMPUI) N-P-Test zum Niveau α bezeichnet. Dieser ist - in der für randomisierte[1)] Tests üblichen Notation (vgl. *Witting*, 1985, S.38) - definiert durch:

Test B: $$\varphi_B(x) = \begin{cases} 1/9 & \textit{falls } x = 0 \\ 0 & \textit{falls } x \in \{1,2,\ldots,100\} \end{cases}$$

Dabei ist - wie üblich - $\varphi_B(x)$ die Wahrscheinlichkeit für Ablehnung von H_0, falls x eintritt.

Für beide Tests beträgt die tatsächliche Wahrscheinlichkeit für einen Fehler 1. Art

$$\alpha_{real} = P(H_0 \textit{ ablehnen} \mid H_0) = 0.10.$$

Die Power Q (die Wahrscheinlichkeit, H_0 unter H_1 abzulehnen) beträgt

bei Test A: $Q_A(\gamma_i) = 0.09$ für i= 1,2,.....,100, und

bei Test B: $Q_B(\gamma_i) = 0.91/9 = 0.10\overline{11}$ für i= 1,2,.....,100.

1) Meßbarkeitsprobleme treten wegen der Endlichkeit des Stichprobenraumes nicht auf.

Die höhere Power des Tests B ist die Ursache dafür, daß in der N-P-Theorie der Test B dem Test A vorgezogen wird.

Die Ablehnungsbereiche für H_0 beider Tests sind disjunkt: Bei Test A wird H_0 im Falle $x \in \{1,2,\ldots,100\}$ abgelehnt, während bei Test B nur im Falle $x = 0$ mit der Wahrscheinlichkeit $\varphi_B(0) = 1/9$ gegen H_0 entschieden wird.

Stegmüller stellt nun eine „Plausibilitätsüberlegung" (*Stegmüller*, 1973, S.173) an, die - kurz gefaßt - folgendermaßen lautet:

a) Tritt $x = 0$ ein, so sollte nicht entschieden werden, da im Bereich $x = 0$ H_0 und H_1 kaum unterscheidbar sind.

b) Tritt $x \neq 0$ ein, so ist x unter H_1 „... etwas fast hundertmal Wahrscheinlicheres als im Fall der Richtigkeit von H_0" (*Stegmüller*, 1973, S.173), also sollte für H_1 entschieden werden.

Daß der Test A dieser Überlegung entspricht, der (N-P-) Test B hingegen nicht, zeige, daß „... in gewissen Fällen die *Neyman-Pearson*-Theorie zu inadäquaten Vorschlägen führt" (*Stegmüller*, 1973, S.175).

Weshalb versagt die N-P-Theorie scheinbar bei diesem Beispiel? Zunächst muß der Vollständigkeit halber festgestellt werden, daß φ_B jedenfalls nicht gleichmäßig bester unverfälschter Test ist. Es gibt für das vorliegende Problem unverfälschte Tests, die in bestimmten Bereichen wesentlich höhere Power (z.B. 19% statt 10.1%) aufweisen (siehe Anhang, Behauptung 1).

Da *Stegmüller* ferner nicht definiert, was bei ihm die Zusatzforderung der Invarianz bedeuten soll (er müßte dazu die Transformationsgruppe des Stichprobenraumes angeben, gegenüber der das Testproblem invariant sein soll, *Lehmann* (1959)), bleibt seine Feststellung, φ_B sei UMPUI-Test, unklar.

(*Stegmüller* (1973, S.166) nennt einen Test - etwas vage - invariant, wenn er nicht „von der Art der Formulierung einer Hypothese" abhängt, und weist dann nur darauf hin, daß „wegen der Zulassung der höheren Mathematik ... (*sic !, Anm. des Autors*) ... diese Forderung noch viel weniger trivial ist ...".)

Immerhin kann gezeigt werden, daß φ_B ein Maximintest zum Niveau α (*Witting*, 1985) ist (siehe Anhang, Behauptung 2), wodurch *Stegmüllers* Argumentation sinngemäß erhalten bleibt.

Der Kern des Problems liegt darin, daß die N-P-Theorie ausschließlich mit dichotomem Entscheidungsraum arbeitet, d.h. daß unter allen - auch den ungünstigsten - Umständen eine Entscheidung zwischen H_0 und H_1 herbeigeführt wird.

Anmerkung: In der Variante des klassischen Signifikanztests zum Niveau α bedeutet allerdings eine Entscheidung, bei der H_0 nicht abgelehnt wird, auch keine Bestätigung von H_0. (Sowohl Test A als auch Test B sind Signifikanztests zum Niveau α.) Erst wenn die Wahrscheinlichkeit $\beta_{real} = P(H_1 \textit{ ablehnen} | H_1)$ ebenfalls kontrolliert wird, kann im Rahmen der N-P-Theorie ggf. eine Nichtablehnung von H_0 als Entscheidung für H_0 (auf dem Niveau β) interpretiert werden.

Das von *Stegmüller* (1973) konstruierte Testproblem zeichnet sich nun dadurch aus, daß gleich *drei* extreme Charakteristika, die vom Standpunkt des Statistikers aus als zumindest praxisfern bezeichnet werden müssen, sinnvolle Entscheidungen von vornherein auf das Äußerste erschweren:

(i) Die Einschränkung auf einen Stichprobenumfang von n = 1.
(ii) Die Tatsache, daß sich die Verteilungen unter H_0 sowie unter H_1 mit Wahrscheinlichkeit 0.9 bzw. 0.91 auf denselben Punkt konzentrieren - also dort fast nicht unterscheidbar sind, schon gar nicht bei einem Stichprobenumfang von n = 1.
(iii) Abgesehen vom Punkt $x = 0$ stellt $P_{\gamma_0}(x)$ eine Gleichverteilung im Bereich $\{1,2,....,100\}$ dar, während die Verteilungen unter H_1 in diesem Bereich (also abgesehen von $x = 0$) sozusagen eine komplette Serie von „Einpunktmaßen" darstellen.

Um das Ausmaß speziell der Restriktionen (i) und (iii) zu illustrieren:

> Man stelle sich vor, es solle die Nullhypothese
> $\overline{H}_0 : X$ ist standardnormalverteilt
> gegen die Alternative *aller* Einpunktmaße auf dem R^1
>
> $$\overline{H}_1:\quad P_a(x) = \begin{cases} 1 & \text{für } x = a \\ 0 & \text{für } x \neq a \end{cases} \qquad a \in R^1$$
>
> mit einem Stichprobenumfang von n = 1 getestet werden.
> Nach *Stegmüllers* Argumentation ist dann bei jeder beliebigen Stichprobenrealisierung $x = a$ die Alternative $\overline{H}_1$ unendlich mal besser gestützt als $\overline{H}_0$; d.h. es wird - unabhängig vom Ausgang der Stichprobe, aber im Sinne *Stegmüllers* „sehr gut gestützt" - *immer* zugunsten von $\overline{H}_1$ entschieden.
> Ließe man hingegen nur einen Stichprobenumfang von n = 2 zu, so würde die N-P-Theorie einen gleichmäßig besten Test mit $\alpha_{real} = 0$ und Power = 1 liefern:
>
> $$\varphi = \begin{cases} \overline{H}_0 \text{ ablehnen, falls } x_1 = x_2 \\ \overline{H}_0 \text{ annehmen, falls } x_1 \neq x_2 . \end{cases}$$

Man sieht: Die praxisferne Forderung n = 1 schafft in Verbindung mit (ii) und insbesondere mit (iii) Randbedingungen, unter denen nicht mehr sinnvoll zwischen Nullhypothese und Alternative entschieden werden kann.

Wie aber ist bei gegebener Problemstellung generell überprüfbar, ob eine solch extreme Entscheidungssituation vorliegt? Als universell einsetzbares Instrument zur Messung der bei einem vorliegenden experimentellen Aufbau maximal erreichbaren Trennschärfe bietet sich der Minimaxtest (*Wald*, 1950, *Schmitz*, 1971, *Lindner*, 1975, *Witting*, 1985) an.

Der Minimaxtest minimiert - kurz ausgedrückt - das Maximum der beiden maximalen Fehlurteilswahrscheinlichkeiten α_{real} und β_{real}.

Als Minimaxpower wird dementsprechend das Minimum von $1-\alpha_{real}$ und $1-\beta_{real}$ bezeichnet.

Bei festem Stichprobenumfang und vorgegebener Abweichung der Alternativhypothese H_1 von der Nullhypothese H_0 stellt die Minimaxpower ein ideales Kriterium der Entscheidbarkeit des vorliegenden Problems dar.

Der Extremfall der Nichtentscheidbarkeit wird durch eine Minimaxpower von 0.5 repräsentiert - äquivalent einer Entscheidung per Münzwurf. (Aus der Definition des Minimaxtests folgt, daß die Minimaxpower immer ≥ 0.5 ist.)

Für *Stegmüllers* Beispiel wird im Anhang (Behauptung 3) mit Hilfe der linearen Optimierung ein Minimaxtest berechnet. Er ist randomisiert und hat die Gestalt

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1 / (0.9 + 0.91) & \textit{falls } x = 0 \\ 0 & \textit{falls } x \neq 0 . \end{cases}$$

Die Minimaxpower dieses Tests beträgt 0.503. Es gilt $\alpha_{real} = \beta_{real} = 1 - 0.503 = 0.497$.

Damit stellt sich heraus: Wenn für *Stegmüllers* Testproblem eine Entscheidung zwischen H_0 oder H_1 kategorisch gefordert ist, kann bei gleichgewichtiger Behandlung beider Fehlurteilsrisiken nur unwesentlich besser als per Münzwurf entschieden werden. Damit ist objektiv festgestellt, daß das vorliegende Design für eine sinnvolle Entscheidung absolut unzureichend ist.

Der von *Stegmüller* vorgeschlagene Test A geht diesem Problem aus dem Weg, indem er mit Wahrscheinlichkeit 0.9 bzw. 0.91 überhaupt keine Aussage trifft. Wie fragwürdig allerdings eine Entscheidung des Tests A ist, wenn sie denn (ausschließlich zugunsten von H_1) überhaupt getroffen wird, haben wir diskutiert.

Die Minimaxpower von 0.503 beweist, daß bei diesem Problem überhaupt kaum sinnvolle Entscheidungen möglich sind.

Läßt man jedoch *Stegmüllers* extrem praxisferne Forderung n = 1 fallen, ändert sich die Situation sofort entscheidend. Für n = 25 kann z.B. sogar ein Test zum Niveau α = 0.01 konstruiert werden, für den eine gleichmäßige Power von $Q(\gamma_i) = 0.67$ gesichert ist:

Lehnt man nämlich H_0 genau dann ab, wenn bei 25 Durchführungen des Zufallsexperimentes nur derselbe, von Null verschiedene, Wert zwei- oder mehrfach auftritt, so gilt $\alpha_{real} = 0.00268 \leq 0.01$ und $Q(\gamma_i) = 0.67139$ für alle i=1,2,...,100.

Damit ist gezeigt, daß die *Neyman-Pearson*-Theorie selbst bei extrem gewählten Beispielen noch sinnvolle Entscheidungen ermöglicht, wenn nicht die Charakteristika (ii) bzw. (iii) mit der Restriktion n = 1 gekoppelt werden.

Anhang:

Behauptung 1: Der Test B ist nicht gleichmäßig bester unverfälschter Test zum Niveau α = 0.1 für *Stegmüllers* Testproblem.

Beweis: Es genügt, einen unverfälschten Test zum Niveau α = 0.1 anzugeben, der für eine spezielle Alternative eine höhere Power als 0.91/9 ($= 0.10\overline{11}$) hat.

Man wähle:

$$\overline{\varphi}(x_0) = 0{,}11 \; ,$$
$$\overline{\varphi}(x_1) = 1 \quad und$$
$$\overline{\varphi}(x_j) = 0 \quad \forall \; j = 2,3,\ldots,100.$$

Dann ist die Wahrscheinlichkeit für einen Fehler 1. Art

$$\alpha_{real} = 0.11 \cdot 0.90 + 1 \cdot 0.001 = 0.1;$$

d.h. $\overline{\varphi}$ ist jedenfalls ein Test zum Niveau $\alpha = 0{,}1$.

Für γ_1 hat der Test $\overline{\varphi}$ die Power:

$$Q_{\gamma_1} = 0.11 \cdot 0.91 + 1 \cdot 0.09 = 0.1901 .$$

Für alle $j = 2,3,\ldots,100$ gilt

$$Q_{\gamma_j} = 0.11 \cdot 0.91 = 0.1001 > 0.1 .$$

Damit ist der Test $\overline{\varphi}$ unverfälscht, hat aber bei γ_1 eine höhere Power als der Test B. □

Behauptung 2: Der Test A ist Maximintest zum Niveau $\alpha = 0.1$ für *Stegmüller*s Testproblem.

Beweis: Nach *Krafft/Witting* (1967) ist $\varphi = (\varphi(x_0), \varphi(x_1), \ldots, \varphi(x_{100}))$ genau dann Maximintest zum Niveau α (für *Stegmüller*s Testproblem), wenn der Vektor (φ, u) mit $0 \leq \varphi(x_j) \leq 1$, $j=0,1,\ldots,100$, $u \in R^1_+$ Lösung des folgenden Linearen Programms ist:

$$[LP] \begin{cases} \sum_{j=0}^{100} p_{\gamma_0}(x_j)\,\varphi(x_j) \leq \alpha \\ u - p_{\gamma_j}(x_0)\,\varphi(x_0) - p_{\gamma_j}(x_j)\,\varphi(x_j) \leq 0 \quad \forall \; j = 1,2,\ldots,100 \\ u = \max. \end{cases}$$

Der bei *Krafft/Witting* (1967) zu diesem Linearen Programm bewiesene Dualitätssatz besagt, daß (φ, u) dann Lösung von [LP] ist, wenn es einen zulässigen Vektor $(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100})$ des folgenden dualen Optimierungsproblems

$$[DP] \begin{cases} \lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100} \in R^1_+ \, , \quad \sum_{i=1}^{100} \nu_i = 1 \\ f(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100}) = \lambda\alpha + \sum_{j=0}^{100}\left[\sum_{i=1}^{100} p_{\gamma_i}(x_j)\,\nu_i - p_{\gamma_0}(x_j)\,\lambda\right]^+ = \min \end{cases}$$

gibt, mit

$$u = f(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100}).$$

u ist dann das Minimum der Power : $u = \min_{1 \leq j \leq 100} Q_\varphi(\gamma_j)$.

Einsetzen von $\varphi(x_0) = 1/9$; $\varphi(x_j) = 0 \;\forall j = 1,2,\ldots,100$; $\lambda = 91/90$; $\nu_i = 1/100$ zeigt, daß die jeweiligen Nebenbedingungen erfüllt sind und

$$u = f(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100}) = 0.91/9 = 0.10\overline{11}$$

gilt. □

Behauptung 3: Ein Minimaxtest φ für *Stegmüllers* Testproblem besitzt die (Minimax-) Power: $\min\left\{1 - E_{\gamma_0}\varphi \; ; \; \min_{1 \leq j \leq 100} Q_\varphi(\gamma_j)\right\} = \frac{0.91}{1.81} \approx 0.503.$

Beweis: Nach *Lindner* (1975) (vgl. auch *Schmitz*, 1971) ist $\varphi = (\varphi(x_0), \varphi(x_1), \ldots, \varphi(x_{100}))$ genau dann Minimaxtest (für *Stegmüller*s Testproblem), wenn der Vektor (φ, u) mit $0 \leq \varphi(x_j) \leq 1$, j=0,1,2,...,100; $u \in R^1_+$ eine Lösung des folgenden Linearen Programms ist:

$$[LP] \begin{cases} u + \sum_{j=0}^{100} p_{\gamma_0}(x_j)\,\varphi(x_j) \leq 1 \\ u - p_{\gamma_j}(x_0)\,\varphi(x_0) - p_{\gamma_j}(x_j)\,\varphi(x_j) \leq 0 \quad \forall \; j = 1,2,\ldots,100 \\ u = \max. \end{cases}$$

Der bei *Lindner* (1975) zu diesem Linearen Programm bewiesene Dualitätssatz besagt, daß (φ, u) dann Lösung von [LP] ist, wenn es einen zulässigen Vektor $(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100})$ des folgenden dualen Optimierungsproblems

$$[DP] \begin{cases} \lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100} \in R^1_+ \, , \quad mit \quad \lambda + \sum_{i=1}^{100} \nu_i = 1 \\ f(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100}) = \lambda + \sum_{j=0}^{100}\left[\sum_{i=1}^{100} p_{\gamma_i}(x_j)\,\nu_i - p_{\gamma_0}(x_j)\,\lambda\right]^+ = \min \end{cases}$$

gibt mit

$$u = f(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100}).$$

u ist dann die Power des Minimaxtests φ.

Eine Lösung von [LP] bestimmt man mit Hilfe des Simplexalgorithmus (*Dantzig*, 1966):

$$\varphi(x_0) = 1 / 1.81 \; ; \quad \varphi(x_j) = 0 \quad \forall \; j = 1,\ldots,100;$$
$$\lambda = 0.91 / 1.81 \; ; \quad \nu_i = 0.9 / 181 \quad \forall \; i = 1,\ldots,100.$$

Einsetzen zeigt, daß alle Nebenbedingungen erfüllt sind und

$$u = f(\lambda, \nu_1, \ldots, \nu_{100}) = 0.91 / 1.81 \approx 0.503$$

gilt. □

Schrifttum

Dantzig, G.B. (1966): Lineare Programmierung und Erweiterungen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
Krafft, O., H. Witting (1967): Optimale Tests und ungünstigste Verteilungen. Zeitschrift für Wahrscheinlichkeitstheorie und verwandte Gebiete, 7, 289-302.
Lehmann, E.L. (1959): Testing statistical hypotheses. New York: John Wiley & Sons.
Lindner, K. (1975): Ein das Minimaxprinzip verallgemeinerndes symmetrisches Optimalitätskriterium für Testfunktionen. Dissertation, TU Braunschweig.
Stegmüller, W: (1973). Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie. Band IV. Personelle und statistische Wahrscheinlichkeit. 'Jenseits von Popper und Carnap': Die logischen Grundlagen des statistischen Schließens. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
Schmitz, N. (1971): Zur Verwendung Linearer Programme in der Statistik. Proceedings of the Fourth Conference on Probability Theory. Brasov, Romania.
Wald, A. (1950): Statistical decision functions. New York: John Wiley & Sons.
Witting, H. (1985): Mathematische Statistik. Stuttgart: Teubner.

Eingegangen 1995-12-05

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. rer. nat. habil. K. Lindner, Kefersteinstr. 11, D-21335 Lüneburg

Notes on Stegmüllers criticism of the Neyman-Pearson-theory (Summary)
Some authors criticize the *Neyman-Pearson* theory for not being based exclusively on the likelihood of the actual sample, but for including in the analysis values which are outside the sample. A well-known of these critics, *Stegmüller*, even goes so far as to say that the *Neyman-Pearson* theory lacks a systematic foundation. His criticism is based on, among other things, a special example. The present paper demonstrates why this example is totally unsuitable for discussing the problem as well as being completely divorced from reality. The arguments presented here are supported by using a general purpose statistical instrument: the minimax test. The minimaxpower of *Stegmüller*'s problem is barely over 50%, which is the same as flipping a coin. Furthermore it is pointed out that by dropping *Stegmüller*'s unrealistic condition concerning sample size , n = 1, *Neyman-Pearson* theory decisions are reasonable - even under such extreme conditions as those constructed by *Stegmüller*.

Notoj pri Stegmüller-kritiko de la Neyman-Pearson-teorio
Kelkaj aŭtoroj prikritikas la *Neyman-Pearson*-teorion, ĉar ĝi ne baziĝas ekskluzive sur probablo de la aktuala specimeno, sed enmetas en la analizon valorojn eksternajn de la specimeno. Inter la kritikistoj famas *Stegmüller*, iranta ĝis la aserto, ke la *Neyman-Pearson*-teorio ne posedas sisteman fundiĝon. Lia kritiko baziĝas interalie sur speciala ekzemplo. Tiu ĉi artikolo montras, kial tiu ekzemplo estas tute netaŭga por diskuti la problemon, kvazaŭ ĝi estus tre disigita de la realeco. La prezentataj argumentoj estas subtenataj per uzo de ĝeneralcela statistika instrumento: la minimaksa testo. La minimaksa potenco de *Stegmüller*-problemo estas apenaŭ pli ol 50%, kio estas la samo kiel ĵeti moneron. Plue oni reliefigas, ke forigante la nerealisman kondiĉon de *Stegmüller* koncerne de la grandeco de specimeno n = 1, la decidoj de teorio estas raciaj - eĉ sub tiom ekstremaj kondiĉoj, kiujn konstruis *Stegmüller*.

grkg / Humankybernetik
Band 37 · Heft 1 (1996)
Akademia Libroservo / IfK

Ekzempla mezurado de lernprogresoj okaze de lernado de vokabloj

de Vera BARANDOVSKÁ-FRANK, Paderborn (D)

el la AIS-Kibernetika instituto Berlin & Paderborn

1. *La problemo*

Kadre de universitatnivela kurso estas bezonataj la klerigkibernetikaj nocioj kompetenteco *p*, nescio *u*, lernkurbo, lernprobablo *a* kaj kleriginkremento *w*. La kursanoj plejgrandparte ne havas konojn pri kibernetika pedagogio kaj distribuiĝas tra pluraj studfakoj, tiel ke nura teoria ekspliko ne sufiĉas. Ĉi sekva kontribuo raportas pri elprovita enkonduko de la kvin nocioj helpe de malgranda eksperimento, kies rezultoj haviĝas ne nur konkretan imagon pri la nocioj, sed samtempe ideon pri la konformeco de la teorio al la empiriaj spertoj. La eksperimento kune kun la sekvaj klarigoj bezonas malpli ol 90 minutojn. Por havigi kompareblon kaze de ripeto de la eksperimento la empiriaj rezultoj de nia kazo jam estas aldonita. (Ni ripetis la lekcion unu jaron poste, kompreneble kun iom aliaj rezultoj. Ni informis pri tio la studentojn, por havigi al ili ideon pri la grandeco de hazardaj devioj.)

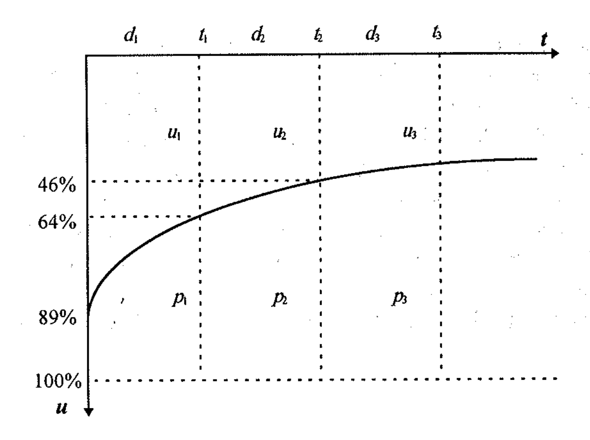
2. *La lernkurbo*

Por konstrui empirie lernkurbon oni bezonas plurajn instruaĵunuojn, ekzemple M = 50 vokablojn. Ilin oni devas plurfoje prezenti al klaso da N (ekzemple N = 38) lernantoj kaj mezuri la prezentadtempojn d_1, d_2, d_3... en ideala kazo ili ĉiuj estas samlongaj. Antaŭ la unua kaj post ĉiu prezentado oni faras teston por ekscii, kiom da unuoj (vokabloj) la klaso jam konas kaj kiom ne. Al al M = 50 testdemandoj la N = 38 lernantoj donas entute MN (= 1900) respondojn, de kiuj G estas ĝustaj, U malĝustaj, tiel ke $U + G = MN$. Lernado montriĝas en tio, ke de testo al testo G kreskas (en nia kazo de komence $G_0 = 216$ al $G_1 = 688$ post la unua prezentado, $G_2 = 1034$ post la dua) kaj U malkreskas (en nia kazo de $U_0 = 1684 = 1900 - G_0$ al $U_1 = 1212$ kaj $U_2 = 866$). La lernkurbo bildiĝas ĉi tiun kreskadon resp. malkreskadon kiel funkcio de la lerntempo t. La testrezultojn ni ricevis por la lerntempopunktoj $t = 0$, $t = d_1$, $t = d_1 + d_2$ ktp.

La testrezultoj dependas de pluraj variabloj, de kiuj la plej trivialaj kompreneble estas M kaj N. Por elimini ĉi tiujn ni kalkulas la procentaĵojn $p = G/MN \cdot 100\%$ kaj $u = U/MN \cdot 100\%$ (= 1 -p) de la ĝustaj resp. malĝustaj testrespondoj. p estas la kompetenteco, u la nescio de la klaso pri la instruaĵo. Ni tiel povas prezenti la empiriajn rezultojn per tabelo (bildo 1).

prezentadnumero i =	0	1	2
prezentaddaŭro d_i =	0	20	20
lerntempo t_i=	0	20	40
ĝustaj respondoj G_i=	216	688	1034
kompetenteco p_i=	11%	36%	54%
malĝustaj respondoj U_i=	1684	1212	866
nescio u_i=	89%	64%	46%

Bildo 1: Empiriaj datumoj de lerneksperimento



Bildo 2: La lernkurbo

Por konstrui la lernkurbon ni markas sur la absciso t la lerntempopkunktojn kaj alordigas (de supre suben) la nesciojn je ĉi tiuj tempopunktoj (aŭ de sube supren la kompetentecon). La lernkurbo tiel samptempe reprezentas la kreskon de la kompetenteco kaj la malkreskon de la nekompetenteco (nescio). Fakte empiriaj rezultoj povas hazarde devii de „teorie ĝusta" valoro: oni do povas imagi, ke iaj mezuradvaloroj estas iom malprecizaj, kaj troviĝas parte sub, parte super la „ideala lernkurbo". Ĝin determinas la t. n. lernprobablo a.

3. *La lernprobablo a*

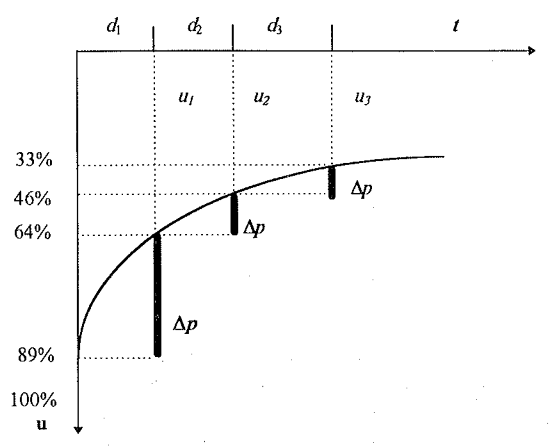
La lernprobablo a informas, kiom da procentoj de tio, kion eblas lerni, do ne U, pro la sekvanta prezentado oni fakte lernas. Post ĉiu prezentado do malkreskas la nelernita instruaĵo U je la procentaĵo $\Delta G = \Delta U = a \cdot U$. Oni do povas mezuri a kiel kvociento $a = \Delta U/U$. En nia kazo komence estis $\Delta G = 688 - 216 = 472 = 1684 - 1212 = \Delta U$ kaj U_0 = 1684, do $a = 472/1684 = 0{,}2803 = 28\%$. Tiu ĉi parametro estas en la kazo de homogena instruaĵo kaj de homogena klaso da lernantoj konstanta. Sub ĉi tiuj kondiĉoj post ĉiu prezentado malkreskas la nelernita instruaĵo je a. 100%, do en nia kazo je 28%. Ni povas empirie kontroli ĉi tiun prognozon, kalkulante sammaniere a por la dua prezentado: $a_2 = (U_1 - U_2) / U_1 = (G_2 - G_1) / U_1 = 346/1212 = 0{,}2855 = 28{,}6\%$. La diferenco inter la du empiriaj rezultoj estas sensignife malgranda. Sed pro nehomogeneco de la instruaĵeroj a povus esti komence pli granda ol por la dua prezentado, ĉar oni rapide lernas la facilajn instruaĵerojn, tiel ke restas relative pli multaj malfaciaj instruaĵeroj por la lernado dum la dua prezentado. Pro la analogia kialo a malkreskas, se en la klaso estas rapidaj kaj malrapidaj lernantoj. En nia kazo ĉiuj lernantoj estis studentoj de pedagogio. La instruaĵeroj estis la 50 ILo vokabloj kredeble samfacile lerneblaj:

instruisto, cerbo, memoro, probablo, rapideco, malpli, antaŭ, maljuna, poste, kono, konscio, derivaĵo, lernanto, kreskanta, parolanto, aĝdependa, aŭskultanto, efiko, ili, adaptiĝi, jam, neniu, malfacileco, kial, klera, klopodi, instrui, aŭ, estas, superi, kompreni, ni, lernita, ĉiam, kaj, heredi, skribmaniero, bildigo, tuj, preskribi, ripeto, regula, malnova, pritrakti, interrilato, mezuro, priskribo, elkalkuli, obligi, mi.

Se a montriĝis tre konstanta, la prognozo de la rezulto de la tria, kvara kaj pluaj prezentadoj estas sufiĉe fidinda: $U_3 = U_2 \cdot (1\text{-}a)$, $U_4 = U_3 \cdot (1\text{-}a)$ *ktp.* En nia kazo ni povas prognozi teorie: $U_1 = 89 \cdot (1 - 0{,}28)\% = 64\%$, $U_2 = 64 \cdot (1 - 0{,}28)\% = 46\%$, $U_3 = 46 \cdot (1 - 0{,}28)\% = 33\%$. Ni do elkalkulis teorie la punkton $(t_3; u_3)$, kiun ni empirie ne mezuris.

4. *Mezurado de la lernprogreso*

Kiel nun eblas mezuri la lernprogreson? La unua ideo kompreneble estas, uzi kiel mezuron la diferencon inter la kompetenteco p aŭ la nekompetenteco u antaŭ kaj post la lernado. Mezureblas ja la nombro de lernitaj instruaĵeroj (vokabloj), do la diferenco ΔG - kiu evidente egalas al la diferenco de la ankoraŭ lernendaj instruaĵeroj ΔU.



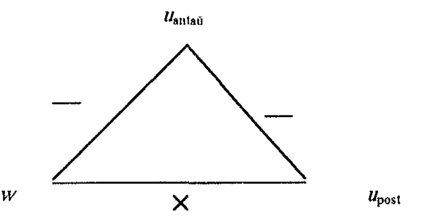
Bildo 3: Kreskado de kompetenteco

El la bildo 3 same kiel el kalkulo montriĝas, ke ĉi tiu diferenco malkreskas dum ripetoj: $G_1 - G_0 = 688 - 216 = 472 = 1684 - 1212 = U_0 - U_1$; $G_2 - G_1 = 1034 - 688 = 346 = 1212 - 866 = U_1 - U_2$. Ni serĉas mezuron de la de la lernprogreso, kiu havas la saman rezulton, sendepende de tio, ĉu oni mezuras dum la unua, la dua aŭ pli malfrua lernokazo.

Tian mezuron oni ricevas (kaj ni jam kalkulis ĝin por nia kazo) se oni esprimas la kreskon de la lernitaj instruaĵeroj ΔG (= ΔU, la malkresko de la ankoraŭ lernendaj instruaĵeroj) relative al la nombro U de la komence de la lernokazo ankoraŭ lernendaj elementoj (do laŭprocente): $\Delta G/U$ aŭ $\Delta U/U$, Tion ni jam elkalkulis, donis al la kvociento la nomon "lernprobablo" a kaj konstatis, ke ĝi estas konstanta, almenaŭ por homogenaj instruaĵo kaj lernantaro. La lernprobablo a do estas unu el la eblaj mezuroj de la lernprogreso.

Alia, pli simpla metodo estas, dividi simple la nescion antaŭ la lernokazo per la nescio post la lernokazo. Evidente la rezulto estas la sama, sendepende, ĉu oni kalkulas per la laŭprocenta nescio u aŭ per la nombro U de ne jam konataj instruaĵeroj. Tiun ĉi mezuron oni nomas "kleriginkremento" w. En nia kazo ni ricevas por la unua lernokazo (prezentado de la vokabloj) $w = U_0 / U_1 = 1684/1212 = 1{,}39 = 89\%/64\% = u_0 / u_1$ kaj por la dua: $w = U_1 / U_2 = 1212/866 = 1{,}39 = 64\%/46\% = u_1 / u_2$. Ankaŭ la kleriginkremento w do estas konstanta: ĝi ne dependas de tio, kion la lernanto jam scias, montrante, je kioma parto malkreskas la nekompetenteco. En nia kazo la nekompetenteco ĉiam malpligrandiĝas al sia 1,39-a parto: 89%/1,39 = 64%, 64%/1,39 = 46% ktp. Oni povas facile pruvi, ke la inverso $1/w$ de la kleriginkremento estas pro sia difino la komplemento $1-a$ de la lernprobablo: en nia kazo ests $1/w = 1/1{,}39 = 0{,}72 = 1 - 0{,}28 = 100\% - 28\% = 1-a$.

La kleriginkremento, difinita per $w = u_{antaŭ}/u_{post}$ samtempe ebligas kaj *retrokalkuli* la nekompetentecon antaŭ la lernado laŭ $u_0 = w \cdot u_1$, kaj *prognozi* la nekompetentecon post la lernado laŭ $u_1 = u_0 / w$.



Bildo 4: Kalkulo de nekompetenteco kaj lernprobablo

(Bildo 4 helpas enmemorigi la difinon kaj la du aplikojn de la kleriginkremento.) Tiel ne nur eblas elkalkuli la sekvantajn punktojn de la lernkurbo, sed ankaŭ ekscii, kiomfoje oni devas prezenti la instruaĵon al la lernantoj, ĝis kiam ilia nekompetenteco estas sufiĉe malgranda, ekzemple ne pli granda ol ĉ. 0,1% (tio estus ĉ. $U = 1{,}684$, do 1 ĝis 2 malĝu-

staj respondoj de ĉiuj lernantoj kune). En nia kazo la komence 89%a nekono falas al 64%, 46% resp. 33% pro la unua, dua, respektive tria lernokazo. Per plua dividado per 1,39 oni ricevas $u_4 = 23{,}8\%$, $u_5 = 17\%$, $u_6 = 12\%$, $u_7 = 8{,}88\%$, ..., $u_{20} = 0{,}12\%$. Nia klaso do atingus ĉi tiun eventuale celitan preskaŭ kompletan kompetentecon post 20 prezentadoj de la instruaĵo.

Literaturo:

Frank, Helmar: Propedeŭtiko de la klerigscienco prospektiva / Vorkurs zur prospektiven Bildungswissenschaft, Verlag modernes lernen, Dortmund 1984, ĉapitro 4, pj 33 - 61, represita en Barandovská, Kybernetische Pädagogik/Klerigkibernetiko, KAVA-PECH, Prago 1993, Bd. 7, pj 813 - 841

Frank, Helmar: Kybernetik und Pädagogik, en Möller, B. (Hrsg.): Pädagogik als interdisziplinäres Aufgabengebiet, BIS, Oldenbourg 1992, S. 241 - 259, represita en Barandovská, Kybernetische Pädagogik/Klerigkibernetiko, ESPRIMA, Bratislava 1993, Bd. 6, pj 517 - 534

Ricevita 1996-02-04

Adreso de la aŭtorino: PDoc. Dr. V. Barandovská-Frank, Kleinenberger Weg 16, D-33100 Paderborn

Exemplarische Messung von Lernfortschritten am Beispiel des Vokabellernens (Knapptext)

38 Seminarteilnehmer wurden mit den bildungskybernetischen Begriffen Kompetenz p, Unwissen u, Lernwahrscheinlichkeit a und Bildungsinkrement w sowie mit der Ermittlung der Lernkurve exemplarisch durch ein Lernexperiment mit 50 ILo-Vokabeln vertraut gemacht. Das Experiment dauerte einschließlich Auswertung 90 Minuten. In Bestätigung der Theorie stimmten a (ca. 28%) und w (ca 1,39) beim ersten Lernversuch (bei welchem p von 11% auf 36% wuchs) und bei der Wiederholung (weiterer Kompetenzanstieg auf 54%) gut überein.

Mesurage exemplaire des progrès d'apprentissage des mots étrangers (résumé)

38 participants du séminaire ont appris des notions de la cybernétique éducationale: la compétence p, l'ignorance u, la probabilité d'apprentissage a, l'incrément de la performance w, aussi bien que la courbe d'apprentissage sur l'exemple d'un expériment, où 50 Ilo-mots étaient enseignés. L'expériment a compris, l'exploitation comprise, 90 minutes. En confirmant la théorie conformaient a (à peu près 28 %) et w (à peu près 1,39) au premier expériment (où p grandit de 11% aux 36 %) et à la répetition d'expériment (augmentation de la compétence aux 54%).

grkg / Humankybernetik
Band 37 · Heft 1 (1996)
Akademia Libroservo / IfK

Computers in Education:

Technological Transformation, Development and Perspectives

by Slavomir STANKOV, Split (HR)

from University of Split, Faculty of Natural Science and Arts

edited by Yashovardhan

1. *Introduction*

In the last 30 years technical devices used in the instructional process have undergone a transformation from a system of programmed instruction (in the 1960s to intelligent tutoring systems.

Computer assisted instruction optimizes the process of learning especially by individualization, modelling it according to the capabilities of a student. With the help of a computer didactic and psychological requirements such as complete individualization of teaching, creative attitude of a student towards learning can be realized. It also enables self education.

Intelligent tutoring systems have an important influence on methodical principles in the teaching process, and require an interdisciplinary approach in designing and implementation, use of CD-ROM drives, multimedia, workstations, LANs and Internet connections.

Further theoretical research and practical application of computers in education are expected to have new approaches and possibilities.

2. *Profusion of Computer Acronyms in Education*

In international professional and scientific literature various acronyms are used.

Speaking about computer in education O'Shea (1982) uses the following acronyms: CAI, CAL, CBL, CBE and CM I[1]. According to PLATO[2] computer based education (CBE) can be grouped under CAI and CMI. In Great Britain (according to Maddison, 1982) the main distinction between CAI, in which the student is guided by computer, and other systems, which are sometimes called CAL, is that CAL denotes the use of computer in teaching, and CAI is consider to be an integral part of this.

It can be concluded that the use of computers in education is defined by the acronym CBE which includes the instruction process itself (CAI) and guides and manages the student's progress through the course of study (CMI). All this is supported by an integrated hardware - and - software system.

[1]) C - Computer, A - Aided or Assisted, B - Based, M - Managed, I - Instruction, L - Learning, E - Education.
[2]) PLATO - Programmed Logic for Automatic Teaching Operations was initiated in 1959 at the Coordinated Science Laboratory, University of Illinois, Urbana, Illinois, under the direction of Dr. Donald L. Bitzer.

- *Computer Assisted Instruction (CAI)*

Computer Assisted Instruction (CAI)[3] consists of: drill-and-practice, tutorial, inquiry, simulation, games, dialogue, problem-solving.

The aim of CAI is to replace traditional student - teacher - dialogue with a student - computer - dialogue. For the first time the computer opens the possibility for learning mathematics and natural sciences. However, in case of social sciences such as history, for instance, the student may be a historian and not a chronicler (Papert, 1982), and therefore CAI should entail more possibilities for creative learning.

In many cases the knowledge of CAI systems can be compared with the knowledge of the human teacher. CAI has its shortcomings and it was one of the reasons for the different approaches to development from Skinner's carrot-and-stick to Piaget's guided free play.

- *Computer Managed Instruction (CMI)*

The CMI module manages the learning process. It comprises teacher - student - interaction and interaction between computer and other teaching tools. CMI manages each student through the material which was designed by the teacher and shows the student's progress.

3. *Prophets and Pioneers: The 1960s*

The process of computer introduction in instruction has been developed in three directions: computer literacy, computer as technical devices of educational technology and industrialization of computer instruction system.

In this period outstanding results were achieved by John Kemeny, Patrick Suppes and the group that developed the PLATO system.

John Kemeny with Thomas Kurtz created BASIC[4] . In spite of their original intention to make BASIC a preparatory language for computer literacy it proved to be the most widely used language of computer laymen, contained in the ROM memory of most home computers and the language in which many educational programs are written. Luerhman thinks that the main shortcoming of BASIC is not its structure but the poor-quality of the programs written in it. (White and Hubbard, 1988)

In 1960s Patrick Suppes, from the Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences (IMSS) at Stanford University put his prophetic work on a completely different basis. His efforts were directed towards using the computer as a tool to teach subject matter. His goal to use the computer to individualize instruction for each individual student was not realized in those early years and may be it will not be in the near future. However, his vision is as valid today as it was 30 years ago. It still drives many educators to further research.

[3]) Control Data : PLATO - System overview ; White and Hubbard (1988)
[4]) BASIC - Beginner All Purpose Symbolic Instruction Code

In 1967 Suppes founded Computer Curriculum Corporation (CCC) to deliver computerized instruction to users interested in using telephone connection to computer terminals. The programs were prepared for groups with special needs, for both handicapped and gifted students. All the programs where based on exhaustive analysis of the teaching material and equally precise selection of strategies for learning the content. Students receive immediate feedback to their responses before they move ahead to the next step in a sequence. The diagram shows the instructional process [5].

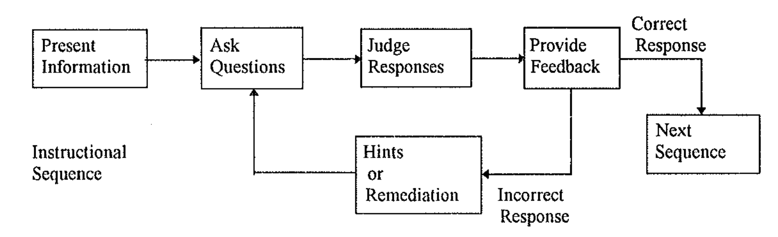


Figure 3.1. A general model of the instructional process, as typically used for tutorial programs

The PLATO system was developed by the group at the University of Illinois concurrently with the work at Stanford University. The instruction is controlled by a mainframe computer ocated in the university campus using a time sharing operating system and a network of terminals.

In the period of 25 years of its existence, the PLATO system, which was later included in Control Data ,Corporation (CDC), has prepared over 16.000 hours of instruction for 150 subjects and it has nationwide network delivery systems for school and college students with 1100 terminals at 185 locations (Sugarman, 15[8], 1978).

PLATO has a network oriented and interactively organized instructional and program language TUTOR. The originator of the PLATO system Donald Bitzer had difficulties in generating instruction software. From approximately 16.000 hours of instruction software only about 4.000 hours are used regularly. But, those 16.000 hours resulted from 500.000 to 800.000 hours of writing. These are used primarily at PLATO original site at the University Illinois. In that time the only one PLATO system was in active use at the University of Delaware. In spite of difficulties mentioned above Bitzer managed to form a national network with more than million CAI terminals. In Bitzer's estimation the amount on courseware (interactive educational computer programs) increases exponentially with the number of terminals. But, was it so?

How was all this accepted in educational institutions?

Each innovation, computers included, has to undergo the process of introduction and antagonism. The attraction of CAI was felt by those who had an interest in "hidden problems" in the area of application educational tools and devices and who believed advanced technology would give them another chance. In the late 1960's it was expected that the computer was going to revolutionize the learning process; the best teachers were supposed to write courseware that would be nationally distributed. Students would learn

[5]) "Planining and Authoring Computer Assisted Instruction Lesson" by Robert M. Gagne, Walter Wager, and Alicia Rajas, 1981, Educational Tecnology - to Kinzer, C.K. and the others p.110 986.

more rapidly and efficiently. However, reality turned out to be quite different from the dream. Several factors influenced this:

- Few people had time to study the medium's potential and produce courseware.
- The development of CAI remained in the hands of a relatively small numbers of experts who have yet to develop efficient courseware.
- Negative relation of invested time in the preparatory period of writing courseware to the time the courseware lasted.
- Subjective feeling of the teacher to be threatened by technology.

Except for drill and practice the program for elementary schools, educational institutes did not welcome CAI and it was necessary to do something for its better acceptance in future. Although schools were reluctant in accepting it, nine CAI centers where founded in the USA in this period. (Sugerman, 15[8], 1978).

4. *New insights and wider application in the 1970's*

The 1970's where marked by the appearance and commercial production of the microprocessor and its implementation in microcomputer systems. With the appearance of the microcomputer "computer power" and its application become available to users. In this period different groups of scientists made remarkable advances in CAI. Several research projects are presented in this paper.

- SOLO Project at the University of Pittsburgh

Leadership of the Solo Project lay in the hands of Thomas Dwyer. The Project was designed for secondary school students and was directed towards giving them control over their own education. The central focus was in mathematics. He called his approach "solo mode" (individual mode). The goal was the emancipation of students from conventional instruction by giving them means of making decisions and solving problems in their own way. One of the approaches used resembles the structure of many computer programs. In short it was organized in top-down design. The problems are broken down into their components together with an initial basic component that provides an overview control of the entire task.

- Physics Computer Development Project at the University of California at Irvine

Alfred Bork began this project in 1970 and it coincide with the appearance of microcomputers. The project established measures for the application of stand-alone computers at all academic levels. Although the programs provide instruction in natural science, the concept underlying them is adaptable to other academic areas. The emphasis is laid on dialogue between student and computer as "teacher" and communication is supported by integrating graphical environment. In Bork's opinion graphics will play an increasing role in "computerized instruction". In keeping with Suppes, Bork believes that all education will eventually include major computer components that are individualized and interactive. Students will be individually engaged in dialogues with computers at least for some part of their education. Bork paid special attention to learning by means of computer simulation and thinks that it should be integrated with other educational tools. Bork thinks that the next 25 years "should be an exciting time". (Bork, 1979, p. 84).

- Arthur Luehrmann

"Arthur Luehrmann also came into prominence during this decade. He is best identified as an individual with a mission rather than as the imitator of any particular project". (White and Hubbard, 1988, p. 103).

Luehrmann who in 1972 became associated director at the University of California at Berkeley supported use of CAI in physics, although his primary interest lay in teaching programming. He believed that computer programming is as much a basic skill in a computer society as the three R's (Reading, wRiting, aRithmetic) have been for "Gutenberg's" society. Luehrmann distinguishes learning how to program from using the computer as means of instructing students in various school subjects. "His junior high school textbook, Computer Literacy: A Hands-On Approach, is the latest in a series of efforts to promote the teaching of programming". (White and Hubbard, 1988, p. 103).

- MIT LOGO group

Seymour Papert and his colleagues from the laboratory for artificial intelligence at the MIT created a new language Logo in the late 1950's. His concept of "guided free play" is based on the works the Jean Piaget with whom Papert worked. In contrast to Luerhmann, Papert thinks that main value of CAI lies in encouragement of the intellectual development of students. His goal is to help students to understanding their thought processes better and examples from his teaching lessons with Logo confirmed is. Papert presents an example from Lamplighter School in Dallas where students were asked to create geometrical objects and shapes and show the possibilities of their motions (Yazdani, 1987).[6] The first grade students of elementary school had to make only static objects and the third grade students had to show objects in motion. But in spite of this restriction the first group found out how to move objects. Although they knew nothing about these geometrical phenomena they realized their goal and made the object movable just as their older colleagues. Finally Papert says (Yazdani, 1987, p. 15) "... And when the concepts of degrees, directions, and compass points are acquired in this way by personal appropriation, the knowledge has forever a special personal power, a special rottenness in the sense of oneself."

What did the period of miniaturization bring?

The 1970's will be remembered as the decade of the hardware triumph. We have become accustomed to orders-of-magnitude thinking. Our expectations are more than mere boosterism; they are reasonable extensions of a history of technical success. We have no reason to doubt that the systems of the 80's will indeed do all those wonderful things predicted for them. And if they do not, the failures will be due not to shortcomings in hardware, but to deficiencies in the knowledge of those who would use that hardware. (P.P. Fasang and D. C. Rine, 1980).

When Time magazine made the personal computer its "Man of the Year" for 1983, the full impact of electronic computing on Americans seemed somehow more authentic. In less than a decade, the powers once exclusive to users of expensive, highly technical mainframe computers had become available to the average customer. During 1982

[6]) M. Yazdani (1987): S. Papert: Tomorrow's classrooms, p. 15.

ownership of personal computers increased 50 percent. Personal computers had found their way into homes for budgeting, into small businesses for book-keeping and into schools for every application, from nuclear reactor simulations to computer games. (C. Pine, 1983).

5. In 1980's computer becomes an integral part of instructional process

CAI systems became widely used at all levels of education. Besides in the USA remarkable results were achieved in Western Europe.

J. B. Rogers (1984) offers data referring to precollege education in the USA and points out that computers are much more used than before. The number of secondary schools which in the period from June 1980 to January 1983 used two to four microcomputers has risen ten times. In elementary school the use has risen about eight times.

An expert group[7] has been studied the attitude of teachers to CAI. Computers were introduced in 64 percent of elementary schools and 85 percent of secondary schools. Besides, programming instruction was studied in 47 percent of elementary schools and 76 percent of secondary schools. Computer drill and practice is more used in elementary school - 59 percent and 31 percent in secondary schools.

On the Clarkson University the number of microcomputers has risen from 50 to over 1700 in less than a year. It was estimated that in 1986 each student will have a computer. Beside this, computers will be included in a campus net and will be connected with mainframe (Bray, 1984).

The Athena project[8] explores the possibilities of using new computer technology at MIT. Among varied possibilities of its use in instruction the most controversial is its use as an integral part of the instructional process. (Balkovich and the others 1985).

The global goal of the Athena project is to improve instruction at MIT by organizing and installing the net of working stations with a number of communication services, use of data base management systems, tools for the applications development and graphical environment.

Athena has met its designs goals and is a fully operational production system. It consists of 1.000 workstations, in 40 clusters of 10 to 120 workstations each, for use by students 24 hours a day. (Champine and others, 1990)

There are series of important projects and new approaches to personnel education in Western Europe.[9]

Communication systems based on computer net which integrate all levels from personal computers through workstations to mainframe and computers connected in clusters prevail today. System software is based on MS-DOS, Macintosh, VMS, UNIX , Novell

[7]) School Uses of Microcomputers: Reports from Nat'l survey, Issue 1, april 1983, p. 7, according Rogers, J. B. (1984).

[8]) Athena Project: In 1983, MIT established Project Athena, a five year project that is a cooperative effort involving MIT, Digital Equipment Corporation (DIGITAL), and the International Bussines Machine Corporation (IBM). Lerman (1987), the Director of Project Athena, described its mission: " ... to explore the value of advanced networked graphics workstations through MIT's curricula".

[9]) According to: "DIGITAL in Education and Science" (1989): A major European project NESTOR in the University of Karlsruhe, SURFnet project in Holland, International Institute for Management in the Lausanne campus (new approach in education for management). Polytechnic in Torino (application of CASE in education).

and other operating systems. Applications are developed and based on relational data base systems, CASE tools, generators of application, graphical and multimedia environment.

6. *Artificial Intelligence and Education*

Although the idea of intelligent machines is over hundred years old, research on artificial intelligence (Turing test) started in the 1950's with very ambitious goals. However in the 1970's it was found that desirable aims were not realized but the research was continued with more realistic goals mainly restricted to the research and implementation of new program methods and tools. Besides, a new relationship of industrial and business institutions towards artificial intelligence resulted from the Japanese 5th Generation project and achievements in the applications of the artificial intelligence in the expert systems areas.

In this environment CAI has undergone transformation. The goal of researchers and designers of CAI systems was to design a curriculum which may be included in well prepared teaching materials and adapted to each individual student. Such CAI systems received the prefix intelligent, i. e. Intelligent Computer Assisted Aided Instruction (ICAI) or Intelligent Tutoring Systems (ITS). An intelligent CAI system should be able to present a rich domain knowledge, which the student should be able to use in a way which is not defined in advance by the teacher. Besides, the instruction should pay attention to the students abilities, weaknesses and preferred styles of learning. In spite of the fact that there has been extensive research into the ICAI systems, few are available on the market.

- *Ad-hoc frame oriented CAI*

First curricula had different forms and modality of use but all of them followed the same pedagogical paradigm. The student usually has to read the text followed by a question which requires a short answer. After that, the computer tells him whether his answer is right or wrong. Sometimes his answers ask for repetition of ome parts of the material which the student must repeat and sometimes he is offered further text with new information. The process of learning is branched. The PLATO System (According to Control Data PLATO - System overview pp. 5-11) distinguishes two kinds of branching.

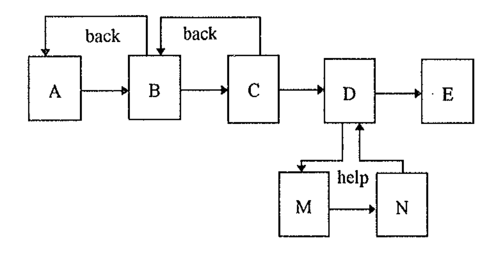


Figure 6.1.a. Student - Initiated Branching

In author initiated branching the author establishes error criteria while the student can always be directed back or asked for further explanation. The authors of courseware try o predict every wrong answer of the student and adapt further explanation and help to the student's specific purposes.

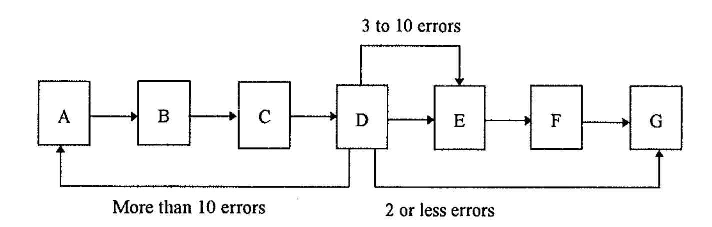


Figure 6.1.b. Author - Initiated Branching

This branching is the first step towards individualization of instruction. Carbonell (1970) calls this CAI "ad-hoc frame oriented" CAI (AFO CAI) and points out its dependence on information modules which were prepared by the author. AFO CAI design is based on a stimulus - response system.

- *Criticism of CAI*

Carbonell (1970) and Rickel (1989) agree that the greatest difficulty in application of CAI lies in the representation of domain knowledge, in building student models and in student diagnoses. This knowledge consists of a canned presentation of the information to the student, canned problems with which to test his knowledge, canned answers, and prespecified branches in the presentation based on a prenumerate set of possible responses. These systems were criticized for their lack of adaptation to the student. Their prespecified branches prevent them from adapting the presentation to the needs of the student. They also prevent them from handling unanticipated answers. And their prespecified answers leave them with no criteria for judging student responses other than as right or wrong.

- *Generative and intelligent CAI*

"In most CAI systems of the AFO type the computer does little more than what a programmed textbook can do, and one may wonder why the machine is used at all". (Carbonell, 1970, p 194).

In contrast to the AFO approach in design and implementation o SCHOLAR[10] tutorial systems Carbonell defines structure oriented information base as a network of facts, con-

[10] SCHOLAR - Tutoring system for geography (authors Carbonell and Collins)

ceptions and procedures. Elements of this net are units which define words and events in the form of a multilevel hierarchical information tree. Carbonell has made a remarkable advancement in designing a structure of CAI when he applied the ISO system to build mixed-initiative dialogue (student-tutor) in SCHOLAR. Mixed-initiative dialogue offers more sensitive and efficient systems and gives better conditions for individualized learning. Carbonell's work in this field is treated by Barr and Feigenbaum (1986) as a "pioneer step" and in their opinion it defined other types of CAI - intelligent CAI or knowledge based CAI. Besides the above mentioned, early use of the artificial intelligence techniques in CAI systems pointed out the possibilities of generating problems supported by a database with domain knowledge. These systems were called generative CAI.[11] In these systems the problem is generated on the basis of the established rules or other suitable structures. Syntax and semantics of the problems are determined by the system which gives more interesting possibilities of one ways of "mixing" problems. The system can direct and control the process of problem generation by establishing the difficulty and the field of interest and by trying to realize the individual abilities of the students.

In the 1970's there was a second phase in the development of ICAI or ITS systems with the following characteristics: building of the student model and student diagnosis, and establishing and developing of the tutorial strategies.

The intelligent tutoring systems should pass three tests of intelligence. (1) The subject matter, or domain knowledge, must be 'known' to the computer system well enough to enable it to draw inferences or solve problems. (2) The system must be able to deduce a learner's approximation of that knowledge. (3) The tutorial strategy must be intelligent as "instructor in the box" can, implement strategies to reduce the difference between expert and student. (Burns and Capps, 1988).

There are at least three essential reasons why intelligent tutoring systems are confirmed as a good "test bed" in realization of the projects for artificial intelligence.

1. Applications for wide spectrum of domain knowledge including artificial intelligence itself.
2. Open for development because they can easily embody a spectrum of levels of "intelligence", without losing their effectiveness.
3. Multifarious functions because it integrates various specific ways of thinking in problem solving area (What? Whom? and How?).

Intelligent tutoring system answers on three questions:

[11] Koffman, E. B. (1970), Wexler, J. D. (1970), Koffman, E. B. and Perry, J. M. (1976).

(1) What did ITS find out ?

Multidimensional information transfer in the communication process student - tutor.

(2) What did we learn with ITS?

The real dependence between the model of learning and internal riches of computer presentation of heterogeneous knowledge.

(3) What is unfulfilled ?

Building of the multimedial user friendly interface and expert system shell for both, student and teacher. We must overstep the existing limitation of tools of artificial intelligence (i.e. natural language processing, self improvement, lack of commonsense reasoning...).

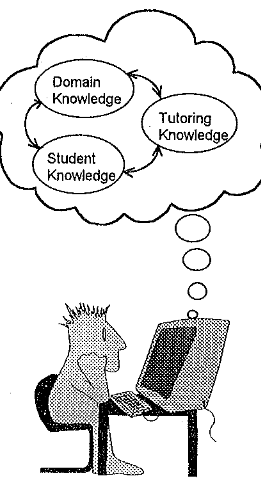


Figure 6.2. Multidimensional information transfer in communication process student - tutor.

8. *Acknowledgment*

This paper is the result of the author's research work for his Sc. D. thesis with Juraj Bozicevic Sc.D. whose suggestions and help I greatly appreciate. Also, I greatly acknowledge to my colleagues Ana Tomaš, Ph. D.; Berislav Zarnic, teacher of philosophy; Radovan Antonic, M. Sc; Maja Camby, M. A.

References

Angelides, M.C., A. K.Y Tong: Using Hypertext to Implement Multiple Tutoring Strategies in an Intelligent Tutoring System for Music Learning. Journal of Computing and Information Technology - CIT 2. 1994, 2, 123-138.

Angelides, M.C., I. Garcia: Towards an Intelligent Knowledge Based Tutoring System for Foreign Language Learning. Journal of Computing and Information Technology - CIT 1. 1993, 1, 15-28.

Balkovich, E., S. Lerman, R. P. Parmelee: Computinng in Higher Education: The Athena Experience. IEEE Computer, 18(11), 1985.

Barr, A., E. A. Feigenbaum: The handbook of artificial intelligence - volume 2. Chapter IX applications - oriented AI research:education. Addison-Wesley Publishing Company,Inc 1986

Booth, T. L.: Computer education. IEEE Computer, October 17(10), 1984.

Bork, A.: Learning with computer simulations. IEEE Computer, 12(10), 1979.

Bratko, I.: Inteligentni informacijski sistemi. Univerza Edvarda Kardelja, Fakultet za elektrotehniko, Ljubljana, 1985.

Bray, D.W.: Using personal computers at the college level. IEEE Computer, 17(4), 1984.

Brian, A.A., A.J. Brodersen, J. R. Bourne, J. R. Cantwell: Building Intelligent Tutorial Systems for Teaching Simulation in Engineering Education. IEEE Transaction on Education, 35(1), 1992.

Burns, H.L., C.G. Capps: Foundations of Intelligent Tutoring Systems: An Introduction. In Foundations of Intelligent Tutoring Systems (Polson, M.C. and Richardson, J.J. Edits), pp. 1-19, Lawrence Erlbaum Associates, USA.

Carbonell, J. R.: AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. IEEE Transaction On Man-Machine Systems, MMS-11(4) 1970.

Champine, G.A., D.E. Geer, W.N. Ruh: Project Athena as a Distribuited Computer System. IEEE Computer, 23(9), 1990.

Chandor, A.: Dictionary of computers. Penguin Books, 1977.

Control Data PLATO - System overview 1976, 1977. (Publication number 97406700)
DIGITAL in Education and Science. Digital Equipment Corporation, PG-89/42-tmp, 1989.
Fasang, P.P., D.C. Rine: Computer science and engineering Curricula: The bridge from theory to applications. IEEE Computer, 13(6), 1980.
Kinzer, C.K., R. D. Sherwood, J.D. Bransford: Computer strategies for education (Fundations and content-area application). Merrill Publishing Company, 1986.
Koffman, E.B.: Design Technoques for Generative Computer-Assisted Instructional Systems. IEEE Transaction on education, E-16(4), 1973.
Koffman, E.B., J.M. Perry: A model for generative CAI and concept selection. Int. J. Man Machinee Studies (1976) No 8, 397 - 410.
Lavrac, N., T. Urbancic, B. Filipic: Ekspertni sistemi i automatsko ucenje. Univerzita Edvard Kardelj, Institut Joze Štefan, Ljubljana, 1987.
Lerman, S.R. - director of project Athena: Questions and Answers About Project Athena, february 1987 (internals publication MIT)
Maddison, A.: Microcomputer in the classroom. Hodder and Stoughton, London, 1982.
Martic, M.: Dolazi vrijeme racunala za osobnu upotrebu. Sistemi DELTA, 1(1), 1982.
Maruna-Carev, T.: Kompjuter u nastavi jezika. Školske novine Zagreb, 1989.
Moto-oka, T., H.S. Stone: Fifth-Generation Computer Systems - A Japanese Project. IEEE Computer, 17(3), 1984.
O'Shea, T.: Intelligent systems in education, pp 147 - 175 (in Michie D., ed, Introductory readings in EXPERT SYSTEMS. Gordon and Breach science Publishers, 1982.)
Papert, S.: Mindstorms (Children, Computers, and Powerful Ideas). The Harvester Press Limited, 1982
Pine, C.: Computer Literacy: The New Wave in College Curricula. Spring/Summer 1983. PLATO Password, Education Marketing Communications Department for PLATO user, CDC.
Reinhardt, A.: New Ways to Learn. Byte, Vol. 20, No. 3, March, 1995.
Rickel, J.W.: Intelligent Computer-Aided Instruction: a survey organized around system components. IEEE Transaction on System , Man, and Cybernetics 19(1), 1989.
Rogers, J.B.: Computer use in precollege education. IEEE Computer 17(4), 1984.
Rolston, D.W.: Principles of artificial intelligence and expert systems development. McGraw- Hill Book Company, 1988.
Scown, S. J.: The artificial intelligence experience: An Introduction. Digital Equipment Corporation, 1985.
Sleeman, D., J.S. Brown: Intelligent Tutoring Systems. Academis Press, Inc., 1982.
Speciale Issue on Knowledge Reperesentation. IEEE Computer, 16(10), 1983.
Sugarman, R.: A second chance for computer-aided instruction. IEEE Spectrum, 15(8),1978.
Sugarman, R.: "What's new, teacher?" Ask the computer. IEEE Spectrum, 15(9), 1978.
Wexler, J.D.: Information Networks in Generative Computer-Assisted Instruction. IEEE Transaction on Man-Machine Systems, vol. MMS-11(4), 1970.
White, S.C., G. Hubbard: Computers and Education. Macmillan Publishing Company, NewYork, 1988.
Yazdani, M.: New horizons in educational computing Lecturer in Computer Science University of Exter. Exter UK Ellias Horwood Limited c, 1987.

Received 12.12.1995

Address of the author: Slavomir Stankov, Rendiceva 18, HR-21000 Split

Komputiloj en edukado: teknologia transformo, evoluo kaj perspektivoj (resumo)
La artikolo atentigas al la plej grava periodo de komputil-aplikado en edukado inter la jaroj sesdekaj kaj naŭdekaj. La surkomputile bazita edukado enhavas komputile helpatan instruadon kaj komputile organizatan instruadon. Estas diskutataj prikomputila scio, endkonduko de komputilo kiel teknika instrumento en la instruadon kaj komerca sistemo de edukado kun komputiloj. Specialan atentemon oni dediĉas al la jaroj okdekaj, kiam komputiloj iĝis integra parto de la instruprocezo. Inteligenta CAI sistemo devus kapabli prezenti riĉan sciaron, kiun la studento devus kapabli uzi en la maniero ne antaŭe difinita de la instruisto. Oni prezentas evoluon kaj karakterizajn trajtojn de la inteligenta lerniga sistemo. Ili devus subiri tri inteligenc-testojn: 1) la scio-kampon 2) la sciojn de studento 3) la lernigan strategion.

grkg / Humankybernetik
Band 37 · Heft 1 (1996)
Akademia Libroservo / IfK

Dresdner Ansatz zur logisch-mathematischen Modellierung diagnostischer und therapeutischer Aktivitäten im Unterricht

Horst KRESCHNAK, Radebeul (D) und Klaus KARL, Dresden (D)

1. *Erste Einordnung des Dresdner Ansatzes*

Bei den Untersuchungen, die hier vorgestellt werden, wurde in der ersten Hälfte der siebziger Jahre aufbauend auf den Erkenntnissen über den programmierten Unterricht in der DDR und unter Beachtung der Diskussionen über kybernetische Pädagogik in der BRD (Frank 1969, Cube 1968), der UdSSR (Itelson 1967, Landa 1969, Birjukov/ Geller 1973) und der CSSR (Linhart 1970, Lánský 1994, S.45-47) die Frage gestellt, ob künftig auf der Grundlage von teilformalisierten Darstellungen pädagogisch-psychologischer Strukturen eine Computernutzung zur Analyse von Unterrichtsergebnissen und bei der Bewältigung didaktischer Aufgaben im Unterricht möglich ist.

Da zu dieser Zeit im Unterschied zu den sechziger Jahren in der DDR ein schwieriges Umfeld für derartige Untersuchungen bestand, vor allem ideologische Vorbehalte verstärkt wurden, mußte das gesamte Vorgehen besonders gründlich bedacht und taktisch geschickt verteidigt werden. Von daher ist zu erklären

- warum der logisch-mathematische Apparat so aufgebaut wurde, daß der zu dieser Zeit in der DDR oft ins Feld geführte Vorwurf der Scheinwissenschaftlichkeit bei Nutzung von Erkenntnissen der Kybernetik leichter zurückzuweisen war,
- warum stark auf Wissenschaftler der UdSSR Bezug genommen wurde,
- warum die neuen Untersuchungsmethoden rasch dazu genutzt wurden, durch computergestützte Analysen von Schülerergebnissen aus Massenuntersuchungen so genaue Aussagen über Schülerfehler und ihre Gründe vorzulegen, wie sie bis dahin unbekannt waren, und warum die Massenuntersuchungen Unterrichtsstoffe - Mathematik, Muttersprache, Chemie, Physik - betrafen, in denen Fehleranalysen kaum Anlaß zu ideologischem Streit in schulpolitischen Fragen gaben.

Schließlich verdient Aufmerksamkeit, daß die Einheitsschule der DDR auf der einen Seite sehr günstige Bedingungen für Massenuntersuchungen zu eng begrenzten Unterrichtsinhalten bot, andererseits jedoch bei den vorherrschenden schulpolitischen Auffassungen Schwierigkeiten bestanden, dem sich aus den Analysen ergebenden Erfordernis des starken Eingehens auf die individuellen Besonderheiten von Schülern Rechnung zu tragen. Das wurde vor allem bei Versuchen sichtbar, die neuen Methoden für den Fremdsprachenunterricht nutzbar zu machen.

Trotz dieser - sich aus der Entwicklung der DDR in den siebziger und achtziger Jahren ergebenden - Umstände, die einerseits zu besonderer Gründlichkeit und schneller praktischer Nutzung unter Rechnereinsatz zwangen und andererseits solchen Untersuchungen nur einen Nischenplatz gestatteten, ist die Frage positiv zu beantworten, ob der Versuch der Einordnung in ein kybernetisch-pädagogisches Forschungsprogramm sinnvoll ist. Das sollen die folgenden Betrachtungen zeigen.

2. *Das Problem und der Ansatz zu seiner Lösung*

Der Gegenstand der Forschungen ist ein pädagogischer: die untrennbar verbundenen Prozesse des Lehrens und Lernens. Die Strukturierung dieses Gegenstandes kann für die betreffenden Untersuchungen wie folgt umrissen werden (Näheres hierzu in Karl 1993, Karl/Lohse 1995): Der Lehrende übermittelt dem Lernenden den Lehrstoff einschließlich bestimmter Kontrollaufgaben (S) und analysiert die Resultate der Tätigkeit (T) des Lernenden hinsichtlich des Auftretens typischer Symptome (R). Er versucht, die diesen zugrunde liegenden Leistungseigenschaften (E) - auch wenn sie lückenhaft sind - möglichst genau zu diagnostizieren. Da gewöhnlich mehrere Diagnosen und für jede Diagnose mehrere didaktisch-therapeutische Schrittfolgen (F) möglich sind, wird der Lehrende eine Entscheidung zugunsten derjenigen Schrittfolge treffen, von deren Anwendung er die relativ größte Effektivität erwartet. Eine Gesamtheit derartiger Schrittfolgen kann, als Lehrprogramm objektiviert, einem geeigneten Medium des Lehrens übergeben werden.

2.1. *Prädikatenlogische Modellierung*

Durch eine Formalisierung mit Hilfe der klassischen Prädikatenlogik läßt sich die Exaktheit dieses didaktischen Vorgehens durch Anwendung dafür entwickelter Computerprogramme genau überprüfen. Zur Formalisierung wird hier die in Standardwerken dieser Logik übliche Schreibweise gewählt (vgl. z. B. Hilbert/Ackermann 1967, Asser 1972 oder Kutschera 1967):

- Schülerindividuen werden mit Hilfe von Konstanten c1.s, c2.s usw. so bezeichnet, daß verschiedene dieser Konstanten die Stelle der Eigennamen von Schülern einnehmen. Entsprechende Variablen sind x1.s, x2.s usw. $\forall$x1.s besagt, der anschließende Ausdruck betrifft alle Schüler.
- Weil beim Ablauf didaktischer Prozesse die Beziehungen von Zeitspannen zueinander zu beachten sind, werden - einer Idee Freges folgend - Zeitspannenterme genutzt. Da es sich hier nur um idealisierte Zeitspannen zu handeln braucht, wird von Zeitspannenkonstanten c1.t, c2.t usw. Gebrauch gemacht.
- U2 (c1.t, c2.t, c3.t) besagt, die Zeitspanne c1.t umfaßt die Zeitspannen c2.t und c3.t so, daß der Zeitpunkt des Beginns von c1.t nicht nach dem Beginn von c2.t und c3.t liegt, der Zeitpunkt des Endes von c1.t nicht nach dem Ende von c2.t und c3.t. V1 (c1.t, c2.t) besagt, die Zeitspanne c1.t geht der Zeitspanne c2.t voran, so daß der Zeitpunkt seines Beginns vor dem von c2.t liegt, der seines Endes nicht nach dem Ende von c2.t.
- E1 (c1.s, c1.t), E2 (c1.s, c1.t) usw. sind Diagnosen über Leistungsdispositionen des Schülers c1.s zur Zeitspanne c1.t. Die S- und R-Prädikate betreffen in dem oben erläuterten Sinne gestellte Kontrollaufgaben und ein typisches Symptom in den Schülerresultaten.
- Mit ~, &, →, ↔ sollen Negation, Konjunktion, Implikation und Äquivalenz der klassischen Prädikatenlogik ausgedrückt werden. Die Beziehung des deduktiven Folgerns im Sinne Tarskis wird durch $\Vdash$ zwischen Prämissenmenge und Konklusion dargestellt.

Eine dispositionelle Erklärung (Hempel 1977) liegt in folgendem Fall vor:

- $\Gamma_1 \equiv \{\forall x1.s\ ((U2\ (c1.t, c2.t, c3.t)\ \&\ V1\ (c2.t, c3.t)) \rightarrow$
  $(E1\ (x1.s, c1.t) \rightarrow (S1\ (x1.s, c2.t) \rightarrow R1\ (x1.s, c3.t))))\}$
  ist die Teilprämissenmenge, deren einziges Element die Hypothese über einen gesetzesartigen dispositionellen Zusammenhang ist.
- $A_1 \equiv \{U2\ (c1.t, c2.t, c3.t)\ \&\ V1\ (c2.t, c3.t), E1\ (c1.s, c1.t),$
  $S1\ (c1.s, c2.t)\}$
  ist die aus drei Aussagen bestehende Teilprämissenmenge, die den auf den betreffenden Schüler bezogenen Sachverhalt unter Beachtung von Zeitbeziehungen darstellt.
- $A_1 \cup \Gamma_1 \Vdash R1(c1.s, c3.t)$ ist eine deduktiv-nomologische dispositionelle Erklärung, falls alle in A_1 aufgeführten Aussagen wahr sind und die in Γ_1 genannte Aussage über einen gesetzesartigen Zusammenhang eine hinreichend anerkannte Hypothese ist.

Das Problem besteht darin, daß Schülerdispositionen normalerweise nicht ausgehend von empirisch konstatierbaren Sachverhalten auf dem Wege deduktiven Schließens zu ermitteln sind. Psychologe und Didaktiker können ebenso wie der praktisch tätige Lehrer nur über plausibles Schließen - nicht über deduktives - zu der Vermutung gelangen, E1(c1.s, c1.t) sei wahr. Es muß stets damit gerechnet werden, diese Aussage treffe nicht zu, sondern ~E1 (c1.s, c1.t).

Um dieses Problem an einem Beispiel demonstrieren zu können, wird hier bewußt ein besonders einfaches aus dem Mathematikunterricht der Klasse 3 in der DDR-Schule ausgewählt. Resultate beispielsweise im Mathematikunterricht aus höheren Klassen oder Resultate im Muttersprachunterricht sind bereits schwerer zu analysieren.

Mehrere tausend Schüler haben u.a. die folgende Aufgabe schriftlich gelöst:

$$\begin{array}{r} 5031 \\ \underline{-2945} \end{array}$$

Rangplatz	*Resultat*	*Eigenschaft*
1.	2086	richtiges Ergebnis
2.	3086	linker Übertrag fehlt
3.	2186	mittlerer Übertrag fehlt
4.	3914	spaltenweise kleinere von der größeren Zahl subtrahiert
5.	3196	alle Überträge fehlen
6.	-	wegen fehlender Resultate keine Erklärungsmöglichkeit
7.	2096	rechter Übertrag fehlt
8.	7976	addiert statt subtrahiert

Tabelle1: Die acht häufigsten Schülerresultate (schriftliches Subtrahieren, Kl. 3)

Weil Einzelheiten die Betrachtung zu sehr erschweren könnten, wird in Tabelle 1 lediglich eine Übersicht genutzt, in der die ersten Rangplätze hinsichtlich der Häufigkeit von Resultaten mit Angabe möglicherweise erklärbarer Eigenschaften aufgeführt sind. Bei einigen der acht Resultatsformen scheint eine Erklärungsmöglichkeit auf der Hand zu liegen. Das gilt für die Rangplätze 1, 4, 5 und 8. Aber selbst bei diesen Rangplätzen ist zu fragen, wie viele Resultatsformen bei vergleichbaren Aufgaben noch vorliegen müssen, um von einer hinreichend ausgeprägten Leistungsdisposition bzw. einer verfestigten Fehldisposition sprechen zu können. Beim Fehlen einzelner Überträge ist weiter zu fragen, ob es sich um ständige oder zufällige Fehlleistungen handelt. Selbst in den Fällen, in denen eine vorübergehende Konzentrationsschwäche vorzuliegen scheint, kann u. U. der Fehlertyp trotzdem Aufschluß über tieferliegende Fehldispositionen bieten usw. Vielleicht ist gerade dieses sehr simple Beispiel ein genügend überzeugender Beleg für den Gedanken, daß kaum mit völliger Zuverlässigkeit - also auf deduktivem Wege - auf Aussagen über Leistungsdispositionen geschlossen werden kann. Stets ist ein Moment des Ratens, wie allgemein bei plausiblen Schlüssen, nicht auszuschließen. Auch die Berufung auf Grenzfälle, in denen der plausible Schluß nahe an den deduktiven herankommt, hilft nicht weiter, weil ein Reduzieren der Untersuchungen auf solche Grenzfälle sinnlos ist.

Wäre bekannt, ob Aussagen der genannten Art sicher wahr sind, und ließen sich völlig zuverlässige Beziehungen zwischen Leistungsdiagnosen und entsprechenden therapeutischen Maßnahmen herstellen, so könnten auch zuverlässige Voraussageschlüsse ins Spiel gebracht werden:

- Mit F beginnende Prädikate sollen in Ausdrücken benutzt werden, die pädagogische Führungsmaßnahmen betreffen. Mit T beginnende Prädikate dienen in Ausdrücken der Darstellung von Schülertätigkeiten, die zugleich selbsttätige Veränderung der Leistungsdispositionen des betreffenden Schülers sind. Schließlich soll das Prädikat E9 hier in Ausdrücken verwendet werden, in denen vom Überwundensein der betreffenden Fehldisposition die Rede ist, ebenso wie künftig mit Hilfe von E0 ausgedrückt werden soll, daß die angenommene Diagnose bzw. die Gesamtheit der angenommenen Diagnosen im betreffenden Fall falsch ist.

- $\Gamma_2 \equiv \{\forall x1.s\,((U2\,(c1.t, c2.t, c3.t)\ \&\ V1\,(c2.t, c3.t)) \rightarrow$
  $(E1\,(x1.s, c1.t) \rightarrow (F1\,(x1.s, c2.t) \rightarrow T1\,(x1.s, c3.t)))),$
  $\forall x1.s\,((V1\,(c1.t, c3.t)\ \&\ V1\,(c3.t, c4.t)) \rightarrow$
  $(E1\,(x1.s, c1.t) \rightarrow (T1\,(x1.s, c3.t) \rightarrow E9\,(x1.s, c4.t))))\}.$
- $A_2 \equiv \{U2\,(c1.t, c2.t, c3.t)\ \&\ V1\,(c2.t, c3.t),$
  $V1\,(c1.t, c3.t)\ \&\ V1\,(c3.t, c4.t), E1\,(c1.s, c1.t),$
  $F1\,(c1.s, c2.t)\}$
- $\Gamma_2 \cup A_2 \Vdash E9\,(c1.s, c4.t)$ ist der Voraussageschluß.

- Weil es nicht möglich ist, für eine Aussage wie E1 (c1.s, c1.t) eine Wahrheitsgarantie abzugeben, wurde von H. Kreschnak in den letzten Jahren ein Softwarepaket entwickelt, mit dessen Hilfe auf dem Computer eine umfangreichere Prämissenmenge

einzugeben und danach zu prüfen ist, ob sich aus ihr die von den Modellkonstrukteuren erwartete Menge von Konsequenzen - die vielfach durch Implikationen dargestellte bedingte Konsequenzen sind - auch tatsächlich deduktiv folgern läßt und
- wie der aus ihr deduktiv folgerbare Möglichkeitsraum, der sich als eine spezielle alternative Normalform erweist, beschaffen ist und ob diese Beschaffenheit die entscheidungslogische Modellierung gestattet.

Die folgende Prämissenmenge ist eine der einfachsten unter derartigen Mengen. In sie wird noch die Aussage über den direkten Eingriff des Lehrenden c1.u im Falle des Versagens des diagnostisch-therapeutischen Vorgehens D1 (c1.s, c1.u, c6.t) aufgenommen:

- $\Gamma_3 \equiv \{\forall x1.s\,((U2\,(c1.t, c2.t, c3.t)\ \&\ V1\,(c2.t, c3.t)) \rightarrow$
  $(E1\,(x1.s, c1.t) \rightarrow (S1\,(x1.s, c2.t) \rightarrow R1\,(x1.s, c3.t)))),$
  $\forall x1.s\,((U2\,(c1.t, c4.t, c5.t)\ \&\ V1\,(c4.t, c5.t)) \rightarrow$
  $(E1\,(x1.s, c1.t) \rightarrow (F1\,(x1.s, c4.t) \rightarrow T1\,(x1.s, c5.t)))),$
  $\forall x1.s\,((V1\,(c1.t, c5.t)\ \&\ V1\,(c5.t, c6.t)) \rightarrow$
  $(E1\,(x1.s, c1.t) \rightarrow (T1\,(x1.s, c5.t) \rightarrow E9\,(x1.s, c6.t))))\}.$

- $A_3 \equiv \{U2\,(c1.t, c2.t, c3.t)\ \&\ V1\,(c2.t, c3.t),$
  $U2\,(c1.t, c4.t, c5.t)\ \&\ V1\,(c4.t, c5.t),$
  $V1\,(c1.t, c5.t)\ \&\ V1\,(c5.t, c6.t), S1\,(c1.s, c2.t),$
  $\forall x1.s\,(R1\,(x1.s, c3.t) \leftrightarrow F1\,(x1.s, c4.t)),$
  $\forall x1.s\,({\sim}F1\,(x1.s, c4.t) \rightarrow {\sim}\,T1\,(x1.s, c5.t)),$
  $\forall x1.s\,(D1\,(x1.s, c1.u, c6.t) \rightarrow {\sim}\,F1\,(x1.s, c4.t)),$
  $\forall x1.s\,{\sim}\,(E1\,(x1.s, c1.t) \leftrightarrow E0\,(x1.s, c1.t)),$
  $\forall x1.s\,({\sim}\,R1\,(x1.s, c3.t) \leftrightarrow D1\,(x1.s, c1.u, c6.t))\}.$

- Unter den Prämissen von A_3 befinden sich einige, die zu erläutern sind. So wird von R1(c1.s, c3.t) und von ~R1 (c1.s, c1.t) abhängig gemacht, ob F1 (c1.s, c4.t) oder D1(c1.s, c1.u, c6.t) folgt. Natürlich wäre die Abhängigkeit von E1 (c1.s, c1.t) besser. Gerade bei dieser Aussage ist jedoch unsicher, ob sie wahr ist. R1 (c1.s, c1.t) → E1(c1.s, c1.t) ist keine aus der Prämissenmenge deduktiv folgerbare Implikation.
- Aus der Menge von Konsequenzen, die sich deduktiv folgern lassen, wird als Teilmenge zur Demonstration herausgegriffen:

  $\Gamma_3 \cup A_3 \Vdash {\sim}\,R1\,(c1.s, c1.t) \rightarrow E0\,(c1.s, c1.t).$
  $\Gamma_3 \cup A_3 \Vdash E1\,(c1.s, c1.t) \rightarrow E9\,(c1.s, c6.t).$
  $\Gamma_3 \cup A_3 \Vdash {\sim}\,R1\,(c1.s, c1.t) \rightarrow ({\sim}\,D1(c1.s, c1.u, c6.t) \rightarrow {\sim}\,E9\,(c1.s, c1.t)).$

- Ebenso wie die Menge computergestützt überprüfter deduktiver Folgerungen ist der auf dem Computer erzeugte und hier als Graph dargestellte Möglichkeitsraum unter dem Blickpunkt zu bewerten, ob er den Intuitionen des Modellierenden über die Entscheidungssituation entspricht.

- Daß die vierte Bahn auch beim Nichtzutreffen der Diagnose als Endknoten trotzdem die Aussage über die Beseitigung der Leistungslücke enthält, ist beispielsweise als Ausdruck des Zufalls zu betrachten, der bei Darstellung der Entscheidungssituation nicht ausgeschlossen wurde. Zeigen empirische Befunde, daß das durch diese Bahn beschriebene Ereignis häufig auftritt, so wird dadurch Fehlerhaftigkeit des Modells signalisiert.

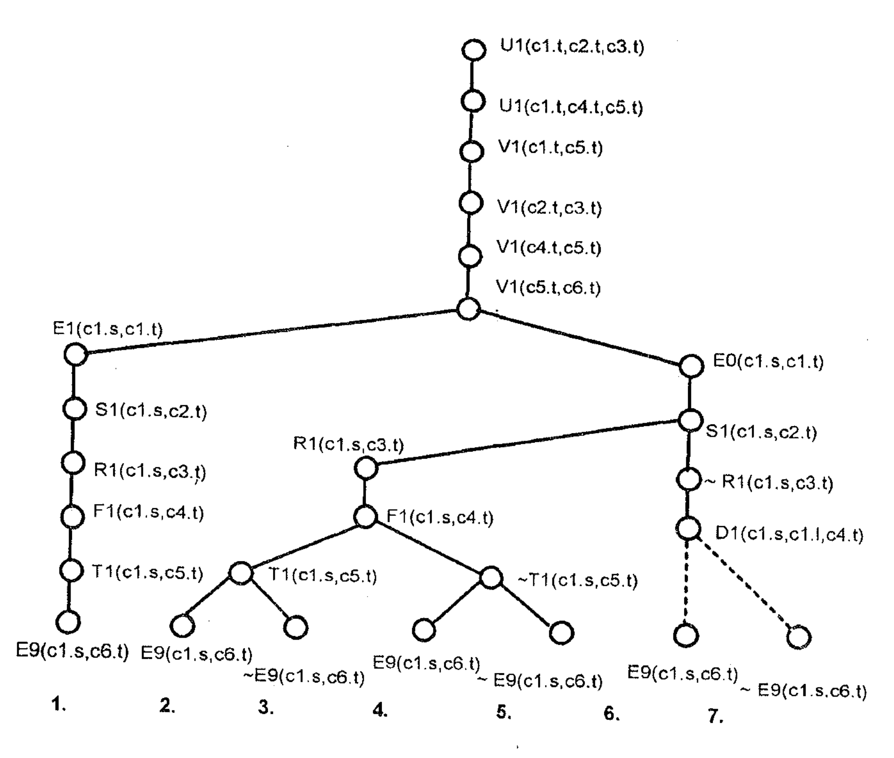


Bild 1: Graph des Möglichkeitsraums, deduktiv gefolgert aus der Prämissenmenge $\Gamma_3 \cup A_3$

2.2. *Entscheidungslogische Modellierung*

Diese Betrachtung leitet bereits zur entscheidungslogischen Modellierung über, deren Grundlage die jeweils computergestützt konstruierten Möglichkeitsräume sind. Übereinstimmend mit den bei Jeffrey (1967) und z.B. auch bei Stegmüller (1973) dargelegten und erläuterten Axiomen der Entscheidungslogik und bei voller Sicherung der dabei vorausgesetzten Bedingungen für endlich-additive Maße werden Wahrscheinlichkeiten und der Aufwand von pädagogischen Aktivitäten geschätzt und andere Wahrscheinlichkeiten, Effekte sowie Erwartungswerte daraus als unmittelbare Grundlagen rationalen Entscheidens berechnet.

Für einige Aussagen ist die Wahrscheinlichkeit, daß das von ihnen Ausgesagte zutrifft, mit der Prämissenmenge $\Gamma_3 \cup A_3$ und dem zu ihr gehörenden Möglichkeitsraum gegeben. Für alles aus ihr deduktiv Folgerbare gilt das Wahrscheinlichkeitsmaß 1, im Beispiel u. a. p (S1 (x1.s, c2.t)) = 1; denn für die entscheidungslogische Modellierung wird die Wahrheit der Prämissenmenge ebenfalls vorausgesetzt. Zugleich sind einige bedingte Wahrscheinlichkeiten bereits gegeben wie z. B. p (E0 (x1.s, c1.t) / ~ R1 (x1.s, c1.t)) = 1.

Andere Wahrscheinlichkeiten lassen sich von Häufigkeiten bzw. bedingten Häufigkeiten ausgehend schätzen. Dazu kann die speziell konstruierte Fachsprache DAISY (vgl. Dröge 1990) dienen. Mit ihrer Hilfe sind Begriffe prädikatenlogisch so zu definieren, daß sich anschließend ermitteln läßt, wie häufig unter in Datenbanken gespeicherten Schülerresultaten Resultate mit der Eigenschaft auftreten, die durch den betreffenden Begriff bezeichnet wird. Beispiele für sehr einfache derartige Eigenschaften sind in der obigen Tabelle aufgeführt. DAISY eignet sich sogar zur Suche nach Eigenschaften von schriftlichen Schülerantworten auf offene Fragen im Physikunterricht und kann den Zusammenhang zwischen empirischen Befunden aus Massenuntersuchungen und der prädikaten- und entscheidungslogischen Modellierung herstellen.

Im Beispiel ist mit ihrer Hilfe bereits die Grundgesamtheit von Schülern definierbar, für die das Zutreffen der genannten Prämissenmenge angenommen wird, beispielsweise daß die betreffenden Schüler den Übertrag in Aufgaben des oben genannten Typs bei mindestens 8 von 10 Aufgaben nicht bewältigt haben. Bei geeigneter Wahl der Grundgesamtheit führt in - relativ kleinen - Stichproben aus dieser Gesamtheit eine neue Serie von Kontrollaufgaben - im Beispiel S1 (x1.s, c2.t) - zu Häufigkeiten für R1 (x1.s, c1.t) und ~R1 (x1.s, c1.t), für die sich die gleiche Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung rechtfertigen läßt, weil dabei das Irrtumsrisiko bei allen Stichproben vertretbar klein ist. Auf diese Weise sind p (R1 (x1.s, c1.t)) und p (~R1 (x1.s, c1.t)) zu ermitteln, wobei p(R1 (x1.s, c1.t)) + p (~R1 (x1.s, c1.t)) = 1 gilt.

Da sich die oben durch Bahnen dargestellten Elementarkonjunktionen - als Gesamtheit der Möglichkeiten des Möglichkeitsraums - gegenseitig ausschließen, ist die Summe der Wahrscheinlichkeiten für das Zutreffen der durch sie dargestellten Ereignisse ebenfalls 1. Allerdings sind die Kanten, die durch gebrochene Linien dargestellt wurden und vom Knotenpunkt D1 (x1.s, c1.u, c6.t) ausgehen, auszuschließen, da an diesem Knotenpunkt die außerhalb des Modells liegende Aktivität des Lehrers einsetzt. Dadurch bleiben sechs Wahrscheinlichkeiten zu schätzen. Die Wahrscheinlichkeit für die sechste Elementarkonjunktion liegt mit p (~R1 (x1.s, c1.t)) vor. Bei der dritten, vierten und fünften Elementarkonjunktion können die Wahrscheinlichkeitsschätzungen mit Hilfe von empirischen Befunden, die bei der Erprobung des diagnostisch-therapeutischen Programms entstehen, verbessert werden. Zwischen der ersten und der zweiten Elementarkonjunktion gibt es keinen empirisch konstatierbaren Unterschied. Bei kritischem Herangehen ist für die zweite Elementarkonjunktion eine Wahrscheinlichkeit zu schätzen, die nicht unter der Wahrscheinlichkeit der vierten liegt.

Wie bei den Wahrscheinlichkeiten stehen auch bei den Effekten die Werte für deduktiv folgerbare Ausdrücke fest. Sie haben, weil sie vorher Gegebenes betreffen, den Wert 0, z. B. n (S1 (x1.s, c2.t)) = 0. Das Zutreffen von E9 (x1.s, c6.t) hat einen positiven Effekt, dagegen das Zutreffen von ~E9 (x1.s, c6.t) einen negativen. Der Effekt n (E9 (c1.s,

c6.t)) ist um so höher, je geringer der - durchaus meßbare - durchschnittliche Aufwand dafür ist, von E1 (c1.s, c1.t) zu E9 (x1.s, c6.t) überzugehen. So ist es beispielsweise sinnvoll, die Beziehung zwischen diagnostischem und therapeutischem Aufwand so zu gestalten, daß der geringste Gesamtaufwand für diagnostisches und therapeutisches Vorgehen erreicht wird. Zwischenschritte, die einerseits noch dem Diagnostizieren dienen, andererseits schon therapeutische Maßnahmen sind, können dabei eine große Rolle spielen. Sind erst einmal Aufwandsproportionen ermittelt, lassen sich schließlich alle Effektproportionen berechnen. Da bei jedem beliebigen Ausdruck H für dessen Erwartungswert e(H) stets e(H) = p(H) * n(H) gilt, läßt sich das gesamte entscheidungslogische Modell rechnergestützt aufbauen, sobald die Wahrscheinlichkeitsschätzungen und Aufwandsproportionen vorliegen.

2.3. *Zur Einordnungsfrage*

Nachdem die Grundbausteine des Dresdner Ansatzes zur logisch-mathematischen Modellierung skizziert worden sind, soll zu der Frage zurückgekehrt werden, ob der Versuch der Einordnung in ein kybernetisch-pädagogisches Forschungsprogramm sinnvoll ist. Offensichtlich kann von einem Beitrag zur Kybernetischen Pädagogik gesprochen werden, da eine Überschneidung von Kybernetik und Pädagogik vorliegt. Durch die logisch-mathematische Modellierung mit Hilfe von mehrsortiger Prädikatenlogik und mathematischer Statistik, die kybernetischem Herangehen entspricht, läßt sich noch eine Überschneidung mit wissenschaftstheoretischen Betrachtungsweisen feststellen. Dadurch werden zugleich die cartesisch-analytischen, vorausberechnenden, "nomothetischen" Methoden, von denen Frank auf die Kybernetik bezogen spricht (1994, S.16), stark herausgehoben.

Von der Orientierung der psychologisch-didaktischen Fragestellung auf Dispositionen als Persönlichkeitseigenschaften des Lernenden geht ein gewisser Zwang zu einer komplexen didaktischen Gesamtsicht aus, die in der auf der deduktionslogischen Modellierung aufbauenden entscheidungslogischen Modellierung deutlich hervortritt. Da die Entscheidungslogik mit der Spieltheorie verwandt ist, kann ausgehend von der Unterscheidung der vier Aufbaustufen, wie sie Frank (1994, S.12) vornimmt, von einem Ansatz für den Übergang zur vierten und komplexesten Stufe gesprochen werden. Um diesen Ansatz hinreichend detailliert und empirisch gestützt zu bewerkstelligen, wurde lediglich der Zusammenhang zwischen diagnostischem und therapeutischem didaktischen Herangehen ausgewählt. Daß es sich dabei um einen Ansatz handelt, der sich gut ausbauen läßt, sollen die folgenden Fakten und Überlegungen zeigen.

3. *Der Dresdner Ansatz - ein Ansatz zu dynamischer Modellierung*

Die Nutzung des Computers nicht nur zur Speicherung großer Datenbestände und als Hilfsmittel im Unterricht selbst, sondern auch als Werkzeug bei Versuchen fruchtbarer Begriffsbildungen zur Konstruktion von Hypothesen und bei Versuchen zu deduktions- und entscheidungslogischer Modellierung ist wert, besonders hervorgehoben zu werden.

Es ist dabei von der Position auszugehen, daß erfolgreiche Modellierung besonders auch in Humanwissenschaften ein zweckmäßiges Wechselspiel sowohl zwischen Empirischem und Theoretischem als auch zwischen deduktivem und plausiblem Schließen ist. Das empirische Material ist besonders bei Gegenständen humanwissenschaftlicher Untersuchungen keineswegs so beschaffen, daß der Modellierende es lediglich fleißig zu sammeln brauchte; dann entstünde das Modell als simples Abbild des Gegenstandes mehr oder weniger von selbst. Es muß vielmehr für plausible Schlüsse viel Phantasie aufgebracht werden, die über das empirisch Gegebene hinausführt, um es erklären und voraussagen zu können. Ob die plausiblen Schlüsse etwas wert und was sie wert sind, muß sich in den deduktiven Schlüssen des Erklärens und Voraussagens erweisen. So sind plausibles und deduktives Schließen eng aufeinander bezogen, wobei erst durch die deduktiven Schlüsse Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit umfassend möglich werden.

Hier setzt die Idee der Computernutzung ein. Durch die computergestützte Überprüfung deduktiver Schlüsse wird das plausible Schließen des Menschen nicht nur mit überprüft, sondern es wird ebenfalls zu neuem derartigen Schließen angeregt:

- Beim Erfassen einer Entscheidungssituation reflektiert der Mensch nicht über alles, konzentriert sich zwangsläufig auf das Nicht-Selbstverständliche, verbaut damit aber Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit für denjenigen, der nicht dasselbe für selbstverständlich hält. Das betrifft besonders Prämissen, die in A_3 aufzunehmen sind. Die Folge ist, daß erwartete Konsequenzen nicht zu deduzieren sind und es zu einer kombinatorischen Explosion des Möglichkeitsraumes kommen kann. Die auf diese Weise notwendig werdende explizite Darstellung weiterer Voraussetzungen zwingt zugleich zu deren Konfrontation mit der Wirklichkeit und mit bisherigen Intentionen.
- Bei Überprüfung mit Computer können Ergebnisse auftreten, die Fehlerhaftes signalisieren, so u. a.: Die Gesamtprämissenmenge enthält mindestens eine Kontradiktion; in die Folgerungsmenge können erforderlich erscheinende Konsequenzen nicht aufgenommen werden, oder sie enthält unvertretbare Konsequenzen; die Anzahl der Elementarkonjunktionen des Möglichkeitsraumes ist zu groß; die Wahrscheinlichkeit solcher Fälle, wo Forscher oder Lehrer direkt eingreifen müssen, ist zu hoch; Ereignisse, die selten sein müßten - z. B. das in der vierten Elementarkonjunktion ausgesagte Ereignis -, sind zu häufig; usw. usf. Hier muß nach Korrekturen gesucht werden, wobei der Suchprozeß vielfach durch die Fehleranzeige, die der Computer bietet, erleichtert wird.
- Durch die Vereinigung von deduktions- und entscheidungslogischer Modellierung können konkurrierende Modellansätze nicht nur hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit empirischen Befunden, sondern auch hinsichtlich der durch sie zu erwartenden Effekte verglichen werden. Das ermöglicht die Entscheidung für den günstigeren Modellansatz. Vergleiche dieser Art können auch mit unterschiedlichen Bewertungssystemen erfolgen, so daß Aussagen über die Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit der Präferenzen von unterschiedlichen Bewertungssystemen möglich sind. Das gilt nicht nur für die diagnostisch-therapeutischen Programme selbst, sondern auch für die Einschätzung von vorangegangenen Lehr- und Lernprozessen.

Schließlich werden Modelle dadurch vervollkommnet, daß der untersuchende Pädagoge in den Fällen, in denen das Modell bisher versagte - im Beispiel die durch die dritte, fünfte und sechste Elemtarkonjunktion dargestellten Fälle -, bei seiner Hilfe für den Schüler zu weitergehenden Einsichten gelangt.

Es stellte sich während der Prozesse von Modellverbesserungen heraus, daß zumindest der deduktionslogische Apparat leistungsfähiger gestaltet werden mußte:

- Symptome können unterschiedlich ausgeprägt sein, beispielsweise an relativen Fehlerhäufigkeiten feststellbar. Es zeigt sich, daß dadurch die Wahrscheinlichkeiten für das Zutreffen von Diagnosen variieren können. Das war der Grund dafür, neben der klassischen mehrsortigen Prädikatenlogik auch mehrwertige mehrsortige Prädikatenlogiken zur Darstellung von Stützwerten zu nutzen (vgl. zu diesen Logiken z. B. Gottwald 1989). Das bereits genannte Paket von Computerprogrammen ist für alle diese deduktiven Logiken anwendbar.
- Gewöhnlich enthalten die Modelle mehrere Diagnoseaussagen, so daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der sogenannten Restdiagnose E0 (x1.s, c1.t) relativ gering ist. Allerdings sind dadurch und durch die Mehrwertigkeit die zu konstruierenden Möglichkeitsräume bei weitem nicht so einfach wie im Demonstrationsbeispiel, so daß ohne Computernutzung weder Modellierung noch praktische Umsetzung zu bewerkstelligen sind. Trotzdem bleiben alle Konstruktionsschritte nachvollziehbar und überprüfbar.
- Durch die Nutzung mehrwertiger Logiken wurde auch die Einführung neuer Junktoren möglich, beispielsweise die Einführung unterschiedlicher Implikationen, die eine differenziertere Darstellung von Beziehungen - besonders in Hypothesen - gestatten.

4. *Schlußbetrachtung*

Es ist für Wissenschaftler der alten Bundesländer sicher verständlich, daß die aktiv an den hier skizzierten Forschungen Beteiligten den politisch motivierten Abbruch ihrer Arbeit bei der Vereinigung kritisch bewerten. Waren diese Untersuchungen zu DDR-Zeiten schwer erkauft, weil für sie mehr oder weniger Lücken in der Computernutzung für Zwecke der Schulstatistik geschickt genutzt werden mußten und weil havarieanfällige, wenig leistungsfähige Rechentechnik zusätzlich schwere Probleme aufwarf, so wiegt der Abbruch dieser komplizierten und komplexen Arbeiten um so schwerer. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt wird zwar der Frage nach der effektiven Lösung von Bildungsaufgaben immer mehr Gewicht verleihen, weil künftig der gesellschaftliche Reichtum in erster Linie in der Fähigkeit der gebildeten menschlichen Individuen zu verantwortungsvollem und schöpferischem Entscheiden und Handeln bestehen wird. Der politische Alltag kann die Einsicht in diesen Zusammenhang aber noch längere Zeit verdrängen.

Auf ein Hindernis, das gewöhnlich überschätzt wird, soll am Ende trotzdem noch hingewiesen werden. Daten über Schülerleistungen sind zu schützende persönliche Daten. Zu DDR-Zeiten gab es kurzschlüssig denkende Schulfunktionäre, die die in diesen Untersuchungen gewonnenen Daten zwar nicht gegen die Schüler, wohl aber gegen ihnen unterstellte Lehrer mißbrauchen wollten, weil sie diese Lehrer gern direkt für die Fehler

ihrer Schüler verantwortlich gemacht hätten. Erfreulicherweise wurden solche Absichten zunichte gemacht - auch mit Hilfe anderer Schulfunktionäre -. Das zeigt nur: Sorgen, die in diese Richtung gehen, sind durchaus begründet.

Der Ausweg ist durch die Art der Untersuchungen gegeben. Zur logisch-mathematischen Modellierung werden gewöhnlich viele Daten benötigt, von denen sicher sein muß, daß sie ein und dasselbe Schülerindividuum betreffen. Das braucht nach Darstellung der Modellierungsmethoden nicht besonders begründet zu werden. Nicht benötigt werden jedoch die wirklichen Eigennamen der Schüler. Sie lassen sich durch idealisierte ersetzen. Auch das bedarf keiner weiteren Begründung. Dementsprechend ist ein hinreichender Datenschutz möglich. Mehr noch: Künftig wird bei lebenslanger Bildung ein Fähigkeits- und Fertigkeitstraining des einzelnen am eigenen Computer unter Nutzung diagnostisch-therapeutischer Programme möglich sein, ohne daß dabei andere Menschen entsprechende Personendaten je zu Gesicht bekommen müssen.

Schrifttum

Asser, G.: Einführung in die mathematische Logik. Teil II. BSB B.G.Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1972

Birjukov B.V./ Geller, E.S.: Kibernetika v gumanitarnych naukach. Izdatel'stvo "Nauka", Moskva 1973

Cube, Felix von: Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. Ernst Klett Verlag, Stuttgart 1968

Dröge, Werner: Rechnergestützte Begriffsbildung und -präzisierung auf der Basis des Prädikatenkalküls 1. Stufe unter Nutzung von Fachsprachen. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor eines Wissenschaftszweiges (Dr. rer. nat.), Pädagogische Hochschule Dresden 1990

Frank, Helmar: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Erster und Zweiter Band, Agis-Verlag, Baden-Baden 1969

Frank, Helmar: Kybernetik und Pädagogik. In: Lánský/ Fialová (Hrsg.): Bildungskybernetik in Forschung und Lehre. Akademia Libroservo/KAVA-PECH Dobřichovice (Praha) 1994

Frank, Helmar: Auf dem Weg zur Etablierung der Bildungskybernetik an europäischen Hochschulen. In: Lánský/ Fialová (Hrsg.): Bildungskybernetik in Forschung und Lehre. Akademia Libroservo/KAVA-PECH Dobřichovice (Praha) 1994

Gottwald, Siegfried: Mehrwertige Logik. Akademie-Verlag, Berlin 1989

Hilbert D. und Ackermann, W.: Grundzüge der theoretischen Logik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1967

Hempel, Carl G.: Aspekte wissenschaftlicher Erklärung. Walter de Gruyter, Berlin, New York 1977

Itelson, Lew: Mathematische und kybernetische Methoden in der Pädagogik. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1967

Jeffrey, Richard C.: Logik der Entscheidungen. R. Oldenbourg, Wien-München 1967

Karl, K.: Computerpräsentierte, diagnostisch orientierte Übungsprogramme. In: Krause / Piotrowski (Hrsg.): Bildungskybernetik und europäische Kommunikation. Akademia Libroservo/KAVA-PECH Dobřichovice (Praha) 1993

Karl, K. / Lohse, H.: Bildungskybernetische Ansätze in der pädagogischen und psychologischen Forschung der DDR. In: "grkg/Humankybernetik", Akademia Libroservo, Band 36, Heft 4, Dez. 1995

Kreschnak, Horst: Computergestützte Analysen von Schülerleistungen. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1985

Kutschera, F.v.: Elementare Logik. Springer-Verlag, Wien, New York 1967

Landa, L.N.: Algorithmierung im Unterricht. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969

Lánský, Miloš: Die Rolle der Bildungsinformatik in der Familie der bildungskybernetischen Disziplinen. In: Lánský/ Fialová (Hrsg.): Bildungskybernetik in Forschung und Lehre. Akademia Libroservo/KAVA-PECH Dobřichovice (Praha) 1994

Linhart, J.: Process i struktura čelobečeskovo učenia. Izdatel'stvo "Progress", Moskva 1970

Stegmüller, Wolfgang: Entscheidungslogik (rationale Entscheidungstheorie). In: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie. Band IV. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1973

Eingegangen 1996-02-03

Anschrift der Verfasser: Prof. em. Dr. phil. habil. Horst Kreschnak, Einsteinstr. 6, D-01445 Radebeul und Dr. paed. Klaus Karl, Schützenhofstr. 17, D-01129 Dresden

Dresdena aliĝmaniero de logika-matematika modeligo pri diagnozigaj kaj terapiaj aktivecoj en instruado (resumo)

Konforme al la diskutoj pri kibernetika pedagogio en FRG (Frank 1969), en Sovetunio kaj Ĉeĥoslovakio evoluiĝis ekde la duono de sepdekaj jaroj en dresdena esplorejo metodoj de matematike logika diagnozo-modeligo de lernantaj scipovoj kaj propono de instruprogramoj.

Sur la predikatlogika ebeno de la modeligo kreiĝis - kun enmeto de tempodaŭro-terminoj - aroj da premisoj enhavantaj hipotezajn eldirojn pri leĝsimilaj disponigaj koneksoj kaj eldiroj pri prilernantaj enhavoj. El tiatipa premisaro dedukte sekvis survoje de klerigkonkludoj pedagogie sencohavaj eldiroj (ekz. pri apero de tipaj eraroj ĉe la lernanto). Plua premisaro permesas survoje de antaŭkonkludoj i. a. deduktan kontinuon de eldiroj pri la atingo de pedagogiaj celoj; dume ne eblas plene ekskludi necertecojn en la premisoj, kiuj prezentas rilatojn inter scipovaj kvalitoj, terapiaj aranĝoj kaj celoj. Komputilapogate eblas akiri el tia premisaro grafike prezenteblan eblo-spacon, kiu esprimas decidsituacion de la instruisto (kiuj didaktikaj vojoj estu observataj dum apero de certa eraro de la lernanto?).

Sur la ebeno de decid-logika modeligo oni pritaksas la verprobablojn de certaj eldiroj, samkiel elspezon de pedagogiaj ektivecoj kaj sur tia bazo helpe de decid-logika aksiomatiko oni prikalkulas aliajn versimilojn, efektojn kaj atendovalorojn.

Dum dialoge orientita komputil-apogo ebas akiri plenigon de la modelproponoj, i. a pro uzo de plurvaloraj predikatlogikoj (dinamika modeligo). Elirante de Frank-a diferencigo de kvar konstruŝtupoj de la kibernetiko/klerigkibernetiko oni povas ĉe la prezentata dresdena aliĝmaniero paroli pri transiro al la kvara ŝtupo (ludteorio).

grkg / Humankybernetik
Band 37 · Heft 1 (1996)
Akademia Libroservo / IfK

Un agent conversationnel pour naviguer dans les mondes virtuels

de Christophe GODÉREAUX, Pierre-Olivier EL GUEDJ, Frédéric REVOLTA et Pierre NUGUES, Caen (F)

Membres du laboratoire GREYC, commun à l'Institut des Sciences de la Matière et du Rayonnement et à l'Université de Caen, Caen (F)

1. *Introduction*

Nous présentons ici un agent conversationnel pour naviguer dans un monde virtuel. La navigation se révélant être l'un des points les plus délicats pour les nouveaux utilisateurs de ce type d'environnement. Notre prototype se constitue d'un dispositif de reconnaissance vocale du commerce ainsi que d'un circuit de synthèse de parole. Il s'appuie sur une architecture modulaire reliée à un environnement virtuel. Les entités du prototype ont pour rôle de traiter l'analyse syntaxique et sémantique, ainsi que le dialogue et les actions qui en résultent (Nugues, 1993; Nugues, 1994). Elles permettent à l'utilisateur de se déplacer à la voix dans un monde relativement complexe. Le système résultant s'intégrera dans un outil de téléconférence. Ce projet à été développé dans le cadre du programme COST-14 de la Commission des communautés européenne sur le travail coopératif à l'aide de l'ordinateur (COTECH, 1995). Dans ce COTECH, nous étudions plus particulièrement les outils linguistiques pour intégrer des possibilités de dialogue oral avec des assistants virtuels.

2. *La réalité virtuelle et le travail coopératif*

La réalité virtuelle est une des composantes des techniques multimédia et des autoroutes de l'information. Elle permet à un utilisateur la visualisation et l'interaction avec des données informatiques. Les systèmes de réalité virtuelle sont très dépendants du niveau technique de leurs différents composants. En effet, pour procurer des sensations réalistes, ces systèmes doivent simuler des scènes parfois complexes et interagir avec l'utilisateur en temps réel. La contribution des interfaces d'entrées-sorties dans leur amélioration est fondamentale. La qualité de la communication entre l'homme et les mondes virtuels dépend souvent de leur choix et de leur efficacité.

Les recherches sur le travail coopératif à l'aide de l'ordinateur – *Computer Supported Cooperative Work* (CSCW) – tentent de déterminer comment l'informatique peut aider des groupes de gens à travailler ensemble sur un projet, pour élaborer un produit, pour prendre une décision, etc. (Grudin, 1994). Le travail coopératif à l'aide de l'ordinateur fait parfois appel à des techniques de réalité virtuelle, par exemple pour créer des métaphores de salles de réunion. La société Xerox l'utilise pour structurer les interfaces graphiques (Robertson, 1993). Ces applications impliquent un accès multi-utilisateurs, à travers un réseau, à un même monde virtuel.

L'utilisation de métaphores de travail au bureau, comme des salles de réunion virtuelles dans certaines applications de téléprésence (Benford, 1993), peut aider à l'interaction dans un groupe en la rendant plus naturelle. Les techniques informatiques sont alors un intermédiaire pour des interactions entre personnes qui partagent un espace de travail virtuel.

Les métaphores utilisées ne permettent cependant pas, et probablement jamais, la même commodité et la même facilité que les interactions du monde réel. Cependant nous pensons qu'il est possible de les améliorer dans une large mesure et de faciliter l'accès à tous à ce type de travail. Pour rendre l'accès plus facile à ce type de mondes virtuels, l'interaction vocale ou linguistique est sans doute l'une des plus naturelle.

3. *La réalité virtuelle et le dialogue oral*

3.1. *Pourquoi une interface de dialogue oral dans un monde virtuel*

Des interfaces orales commencent à apparaître dans les systèmes de simulation ou dans les mondes virtuels (Allen, 1994; Ball, 1995; Bolt 1980; Karlgren, 1995). Elles sont à ce jour moins répandues que d'autres interfaces et très peu d'applications sont parvenues à un stade commercial. Ceci est sans doute dû au fait que ces interfaces sont très dépendantes du bon fonctionnement de la reconnaissance vocale dont la fiabilité n'était pas satisfaisante jusqu'à il y a peu.

L'interaction orale est pourtant un enjeu et permet d'améliorer sur certains points le réalisme des environnements virtuels. D'une manière générale, trois notions sont incluses dans les mondes virtuels (Quéau, 1993) : l'immersion, la navigation et l'interaction. Une interface de dialogue oral dans ces mondes facilite et amplifie ces trois notions pour l'utilisateur (Godéreaux, 1994).

L'immersion fait référence aux techniques d'immersion physique dans l'image grâce aux casques stéréoscopiques. Une interface de dialogue oral amplifie cette notion en ajoutant à cette immersion dans l'image, une immersion dans le son et la parole.

La notion de navigation traduit la possibilité d'évoluer, de se rencontrer, dans des univers virtuels. La navigation dans ces mondes virtuels est par essence complexe puisqu'elle se situe dans un espace à trois dimensions. Les systèmes de réalité virtuelle disposent de périphériques d'entrée, telles que la souris, le clavier, les manches à balai..., permettant de se déplacer dans un environnement tridimensionnel. Elles demandent à l'utilisateur un certain temps d'adaptation avant de pouvoir naviguer aisément. Ces interfaces permettent des déplacements rapides, lents ou précis dans un plan donné. Les déplacements sont cependant plus difficiles lorsque l'on désire «s'aligner» par rapport à un objet du monde; par exemple, pour se placer devant un tableau ou une porte permettant d'accéder à un autre monde. Ceci est d'autant plus difficile que l'objet ne se trouve pas dans le plan principal de déplacement.

Le dialogue oral par commandes simples facilite la navigation. L'adaptation de l'utilisateur est immédiate dès que, par exemple, un dialogue présenté par la fig. 1, est possible. Un dialogue plus élaboré comme celui de la fig. 2 permet de «s'aligner» avec précision par rapport à un objet du monde.

Système	*Pour vous déplacer vous pouvez dire, avance, recule, monte, descend, gauche, droite, stop.*
Utilisateur	*avance*
Utilisateur	*monte*
Utilisateur	*stop*

fig. 1 Un dialogue simple.

Utilisateur	*Place-toi devant le tableau.*
Utilisateur	*Vers quel autre monde puis-je aller?*
Système	*Vers le monde conférence ou le monde nature.*
Utilisateur	*Place-toi devant la porte du monde conférence.*

fig. 2 Un dialogue avec alignement.

La notion d'interaction fait référence à la manipulation de l'image, à sa transformation. Un grand nombre de modeleurs 3D pour les systèmes de réalité virtuelle existe déjà. Une interface de dialogue oral peut faciliter l'utilisation de ces modeleurs dans la désignation des objets puis dans leur manipulation. De plus il est aisé pour l'utilisateur de combiner navigation et interaction en s'exprimant oralement.

D'une manière générale, une interface de dialogue oral dans les mondes virtuels est un complément des interfaces classiques même si elle est parfois moins précise. Notamment, elle facilite la tâche de l'utilisateur dans la découverte de ces univers.

3.2. *Un système de réalité virtuelle pour le travail en groupe : DIVE*

DIVE, *Distributed Interactive Virtual Environment*, est un environnement virtuel réparti. Il se fonde sur le système d'exploitation Unix et les protocoles Internet (Andersson, 1994). Il a été développé par le Swedish Institute of Computer Science (SICS), membre de COST 14. Il a notamment comme but d'être un outil de téléconférence. Chaque utilisateur de DIVE, connecté au réseau Internet, est représenté graphiquement par un agent virtuel et dispose d'outils qu'il peut manipuler cf. fig. 3. Chaque agent virtuel dispose d'un véhicule. Ce véhicule est représenté sur l'écran par trois icônes attachées à trois modes de déplacement : translation horizontale, verticale et rotation.

Conceptuellement, ce système peut se décrire comme une mémoire partagée par un ensemble de processus interagissant sur celle-ci. Cette mémoire partagée se répartit en mondes. Chaque monde représente un ensemble spécifique d'objets et de paramètres complètement distincts des autres mondes. Un processus de DIVE est un membre d'exactement un seul monde. Il existe des processus de visualisation et des processus de type application:

- Un processus de visualisation a pour tâche d'afficher périodiquement (environ tous les dixièmes de secondes suivant le matériel) le monde dont il est membre.
- Un processus de type application agit sur le monde en modifiant les objets et en le signalant aux autres processus afin de garder un monde cohérent.

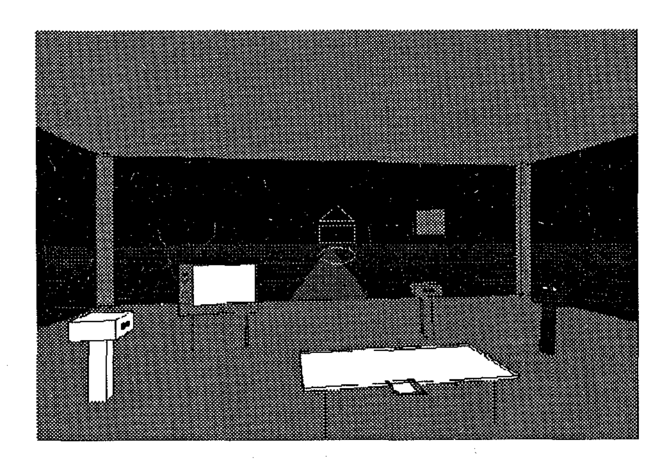


fig. 3 Le monde Conférence de DIVE vu par un des quatre utilisateurs connectés.

4. *Corpus de dialogues*

Nous avons réuni un corpus de dialogues afin d'étudier l'utilisation de la langue orale dans ces environnements virtuels. Cette démarche est cruciale pour identifier les problèmes n'apparaissant pas dans la réalité et laisser de côté ceux ne semblant intéressants que dans l'abstrait (Allen, 1994). Pour chaque dialogue une personne joue le rôle de l'utilisateur et une autre celui de l'agent virtuel. Ces dialogues sont enregistrés sur bandes magnétiques puis retranscrits sur machine. Nous avons collecté quatre dialogues, d1, d2, d3 et d4, avec à chaque fois un utilisateur différent, ceci pour obtenir une plus grande couverture linguistique. En revanche, le rôle de l'agent virtuel est toujours interprété par la même personne afin de garder une cohérence globale dans son discours. Des extraits de ces dialogues sont représentés sur les fig. 4 et fig. 5. U est l'utilisateur et A est l'agent virtuel.

4.1. *Extraits du corpus*

A	*nous sommes connectés au monde robot.*
U8	*tourne sur toi-même.*
A	*vers la droite ou vers la gauche?*
U9	*vers la droite.*
A	*voilà.*
U10	*prends de la hauteur.*
U11	*arrête de monter.*
U12	*monte.*
A	*oui.*
U13	*stop.*

fig. 4 Extrait 1 du dialogue d4

U45	*va jusque là.*
A	*je me dirige vers la montagne.*
U46	*fait le tour de la montagne.*
A	*oui.*
U47	*retourne sur l'île précédente*
A	*je ne connais pas l'île précédente.*
U48	*regarde à droite.*
A	*voilà.*
U49	*encore.*
U50	*c'est ici.*
A	*je me dirige vers la montagne.*

fig. 5 Extrait 2 du dialogue d4

4.2. *Statistiques*

Nous avons calculé diverses statistiques sur ce corpus. Nous avons étudié chaque dialogue (corpus d1, d2, d3 et d4) un à un, puis le cumul de ces dialogues. Chacune de ces études traite le discours de l'utilisateur, puis le discours de l'agent virtuel.

Nous parvenons aux constatations suivantes pour le discours de l'utilisateur :

- Le nombre de mots distincts est faible – le lexique est petit –.
- La croissance des mots distincts tend à se stabiliser malgré des utilisateurs différents.
- Le nombre de mots uniques est très important. Il y a 48% de mots distincts.
- La taille moyenne des énoncés est faible : 5 mots et au maximum 19.
- Les utilisateurs s'expriment principalement par ordres (d3 et d4) ou par ordres et questions (d1 et d2). Les utilisateurs de d1 et d2 ne connaissaient pas le système contrairement à ceux de d3 et d4. Cette différence concernant le nombre de questions peut s'expliquer ainsi.
- Les utilisateurs s'expriment rarement par négations : 2%.

5. *Prototype d'Interface de dialogue oral dans les mondes virtuels*

5.1. *Architecture*

Le système se compose notamment d'une carte de reconnaissance vocale, d'un analyseur syntaxique, d'un analyseur sémantique, d'un gestionnaire de dialogue et d'un gestionnaire d'actions. Ces modules s'articulent dans l'architecture de la fig. 6.

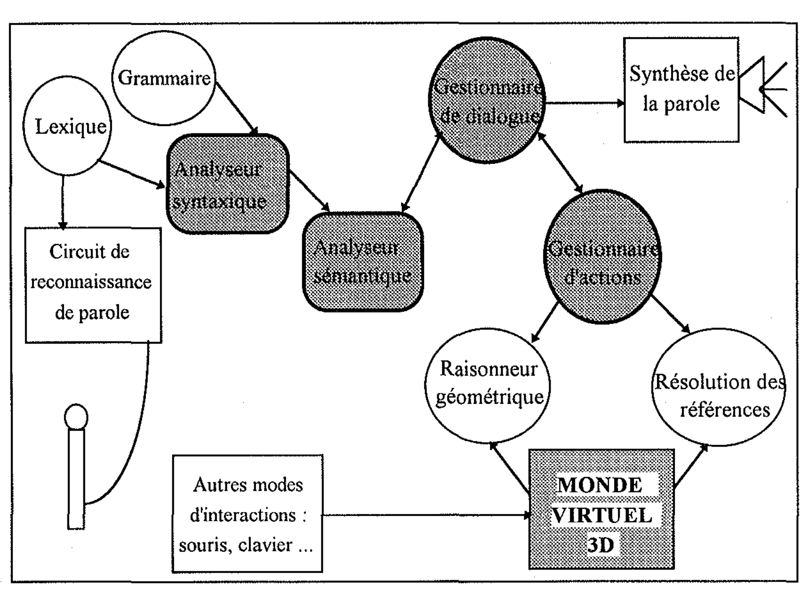


fig. 6 Architecture

5.2. *Analyse syntaxique*

5.2.1 *Analyse du corpus : création du lexique de l'utilisateur*

L'analyseur syntaxique accepte des mots provenant du système de reconnaissance vocale. Il utilise un lexique fondé sur l'analyse des corpus. Il consiste dans l'ensemble des 327 mots distincts de l'utilisateur que nous avons catégorisé par des catégories lexicales. Chaque entrée du lexique comprend en outre son codage phonétique, son orthographe et une liste de traits de sous-catégorisation. Par exemple, le codage de *le, la, table, avance* est montré par la fig. 7.

Mots	Traits
le	DET le
	DET nombre = sing
	DET genre = masc
la	DET la
	DET nombre = sing
	DET genre = fem
table	NOUN table
	NOUN nombre = sing
	NOUN genre = masc
avance	VERB avance
	VERB nombre = sing

fig. 7 Un exemple de lexique.

L'analyse des énoncés de l'utilisateur fait ressortir l'utilisation de locutions prépositives et adverbiales. Ces groupes de mots ont à eux seuls une fonction grammaticale. Ils sont traités par notre analyseur comme une seule entité linguistique. Ces locutions correspondent à des entrées supplémentaires dans le lexique dont les principales sont représentées par la fig. 8.

Locutions prépositives		**Locutions adverbiales**	
à l'intérieur de	à_l_intérieur_de	à droite	à_droite
du côté de	du_côté_de	à gauche	à_gauche
en arrière de	en_arrière_de	en arrière	en_arrière
en avant de	en_avant_de	en avant	en_avant
en face de	en_face_de	en bas	en_bas
jusqu'à	jusqu_à	en face	en_face
		en haut	en_haut

fig. 8 Quelques locutions prépositives et adverbiales.

5.2.2 *Analyse syntaxique*

Nous avons développé un analyseur syntaxique fondé sur les techniques de Chart (El Guedj, 1994). Cet analyseur accepte des treillis de mots permettant le traitement en parallèle de plusieurs hypothèses lexicales. Il utilise des grammaires syntagmatiques et de dépendances enrichies d'équations d'unification. Pour cette application, nous nous sommes restreints à une grammaire syntagmatique du fait de la brièveté des énoncés à analyser – 5 mots en moyenne. L'analyseur accepte les mots séquentiellement et les analyse au fur et à mesure de leur énonciation jusqu'à ce que la phrase soit complète. Il peut opérer en mode descendant ou en mode ascendant. L'analyseur rejette tout mot entraînant une phrase agrammaticale, c'est à dire lorsque aucune règle syntaxique ne peut s'appliquer pour traiter ce mot. Un exemple de grammaire syntagmatique avec équations d'unification est décrit en fig. 9.->

Règles syntagmatiques	**Équations d'unification**
PH -> PHRASE FIN	
PHRASE -> GN GV	PHRASE type = affirmation
	GN nombre = GV nombre
PHRASE -> GV	PHRASE type = ordre
GN -> DET NOM	DET nombre = NOM nombre
	DET genre = NOM genre
	GN nombre = DET nombre
	GN genre = NOM genre
GV -> VERBE	GV nombre = VERBE nombre

fig. 9 Un exemple de grammaire syntagmatique avec équations d'unification.

Notre système utilise une grammaire permettant d'analyser syntaxiquement tous les ordres de l'utilisateur présents dans le corpus. La fig. 10 représente cette grammaire. Les autres groupes syntagmatiques sont classiques et correspondent à la fig. 11. Les catégories lexicales apparaissant dans ces deux figures sont décrites par la fig. 12.

Groupes de règles d'analyse des ordres	Rôles des règles
R_ORDRE -> R_ORDRE0 R_ORDRE -> R_ORDRE0 R_ORDRE R_ORDRE -> R_ORDRE0 CONJCOORD R_ORDRE	Analyse récursive d'un ordre ou d'un ensemble d'ordres.
R_ORDRE0 -> R_VIMP R_ORDRE0 -> R_VIMP R_GN R_ORDRE0 -> R_VIMP R_GPREPN R_ORDRE0 -> R_VIMP R_GPREPV R_ORDRE0 -> R_VIMP VINF R_GPREPN	Analyse d'un ordre simple qui consiste en un groupe verbal à l'impératif et un ou plusieurs autres groupes syntagmatiques.
R_VIMP -> V R_VIMP -> V R_ADV R_VIMP -> V R_PRONOM R_VIMP -> V R_PRONOM R_ADV	Analyse du groupe verbal.

fig. 10 Règles d'analyse des ordres.

Autres règles d'analyse syntagmatique	Rôles des règles
R_GN	analyse d'un groupe nominal.
R_GPREPN	analyse d'un groupe prépositionnel nominal.
R_GPREPV	analyse d'un groupe prépositionnel verbal.
R_ADV	analyse d'une suite d'adverbes.
R_PRONOM	analyse d'un pronom personnel, ou adverbial.

fig. 11 Règles d'analyse de syntagmes.

Quelques catégories lexicales	Rôles des catégories
VINF	catégorie du lexique des verbes à l'infinitif.
V	catégorie du lexique des verbes conjugués (les équations d'unifications de R_VIMP vérifient l'emploi de l'impératif).
CONJCOORD	catégorie du lexique des conjonctions de coordinations.

fig. 12 Quelques catégories lexicales.

5.3. *Analyse sémantique et discursive*

Dans ce prototype, les énoncés de l'utilisateur sont pour la plupart des énoncés relatifs à des actions : des ordres. Un énoncé de ce type est constitué d'une ou de plusieurs actions.

- Exemple 1 : Un énoncé composé d'une seule action :
  U: *Monte sur la table blanche.*
  -> action1 = monter sur OBJET
- Exemple 2 : Un énoncé composé de trois actions :
  U: *Avance en montant et regarde en bas.*
  -> action1 = avancer
  -> action2 = monter
  -> action3 = regarder DIRECTION

L'analyseur sémantique décompose le Chart, retourné par l'analyseur syntaxique, en une liste d'actions. D'après les énoncés qui apparaissent dans notre corpus, cette décomposition dépend de plusieurs paramètres :

- le nombre de propositions et leur fonction dans l'énoncé. L'énoncé de l'exemple 2 ci-dessus comporte deux propositions indépendantes
- le nombre de verbes dans chaque proposition et la fonction de chacun de ces verbes : s'il dirige la proposition principale, s'il appartient à un complément de circonstance...

Nous utilisons une grammaire de cas afin de représenter sémantiquement une action sous la forme de structure prédicative (Mast, 1993). Le verbe de l'action correspond au nom du prédicat. Les autres constituants de la phrase sont associés aux paramètres de la structure prédicative. Par exemple, le verbe « monter » et le verbe « regarder » sont associés aux prédicats:

monter([sens, ALLER],[lieu_par_defaut, EN_HAUT]).
regarder([sens,REGARDER],[lieu_par_defaut, EN_AVANT]).

La liste des actions est ensuite transmise au gestionnaire d'actions. Si ces actions sont exécutables, le gestionnaire du dialogue acquiesce l'ordre de l'utilisateur par un message positif aléatoire. Dans le cas contraire le gestionnaire de dialogue signale oralement la cause de la non-exécution de l'ordre. La synthèse orale permet à l'utilisateur de modérer son attention visuelle ordinairement accaparée par le flot continu d'images.

Le gestionnaire d'actions vérifie et exécute les actions transmises par l'analyseur sémantique. Il utilise un résolveur de références et un module de raisonnement géométrique.

5.4. *La résolution des références*

5.4.1 *Le nommage et le codage des objets*

Associer un nom à un objet est parfois une tâche complexe. Les utilisateurs peuvent utiliser un vocabulaire différent pour désigner la même chose. Ils peuvent aussi considérer certains objets comme des compositions ou des hiérarchies alors que dans la base de données, ils forment des entités uniques. Une maison peut se représenter comme un ensemble de lignes polygonales ou bien un ensemble de sous objets tels qu'un toit, une porte, des fenêtres, etc. Ces sous objets étant constitués soit d'autres sous structures, soit des lignes polygonales. De plus, il faut tenir compte de l'orientation des objets : le « devant d'une maison » n'est pas la même chose que le « devant d'un cube ».

Dans le prototype actuel (Revolta-Blaudeau, 1995), les objets sont des entités géométriques de la base de données du monde auxquelles on associe un concept par exemple *maison*. Ce nommage est bien sûr dépendant de la structure de la base de données géométrique. Nous avons cherché à établir les correspondances les plus pertinentes en fonction de notre corpus.

Pour ce qui concerne l'orientation, nous avons cherché à respecter un principe unique : si on peut aller à l'intérieur de l'objet, le centre de son référentiel est au centre de l'objet et c'est l'endroit où sera placé l'utilisateur s'il demande à rentrer à l'intérieur. Il faut donc le définir judicieusement. De plus, pour repérer sa face de devant s'il en a une, l'axe des z de son référentiel est orienté vers cette face.

5.4.2 *L'algorithme de résolution de références*

Les références et les désignations ambiguës sont multiples dans notre corpus. Elles proviennent notamment de références déictiques

va ici

ou de possibilité de choix multiples

dirige toi vers la maison (parmi plusieurs)

Pour lever ces ambiguïtés, nous avons utilisé deux critères : le fait qu'un objet soit dans le champ de vision de l'utilisateur et un focus dont on a pourvu chaque objet. Ce focus s'inspire de (Huls, 1995; Karlgren, 1995). Il consiste en un coefficient mis à jour en fonction des interactions de l'utilisateur. Il permet de résoudre d'une manière simple les ambiguïtés de désignation. Pour chaque utilisateur, chaque objet du monde dispose d'un focus – un nombre entier –. Le focus d'un objet devient majorant de tous les autres lorsque l'utilisateur clique sur cet objet (désignation sans équivoque) ou lorsqu'il le désigne dans une phrase.

5.5. *Le module de raisonnement géométrique*

Le module de raisonnement géométrique intervient comme intermédiaire entre les énoncés de l'utilisateur et le monde virtuel. Il constitue la principale entité de raisonnement de l'agent. Nous présentons ici le raisonnement que cet agent met en œuvre lorsque l'utilisateur lui donne des ordres de navigation. Ces ordres consistent dans des énoncés qui contiennent toujours un verbe. Pour l'instant, nous distinguons cinq catégories de verbes. Ils correspondent à la catégorie *Changement de lieu* cité par (Aurnague, 1994):

- « aller » (*va, avance, entre, monte, sors, ressors...*) correspond à un changement de lieu avec éventuellement une rotation du personnage,
- « retourner » (*retourne, reviens*). Cette classe est distincte de la précédente par le fait que l'objet devra être recherché par le focus et non par la visibilité,
- « arrêter », (*arrête, stop*)
- « continuer » (*continue*)
- « tourner » (*tourne, oblique, regarde*) qui correspondra à une simple rotation.

La fig. 13 présente un exemple de dialogue réalisé par notre prototype ainsi qu'une série de copie d'écran associée.

Énoncés et interactions de l'utilisateur	Énoncés de l'agent	Copies d'écran
	Bonjour bienvenu dans le monde Ithaque	
va devant la maison.		
	Voilà.	
Regarde derrière toi.		
	Voilà.	

Est-ce que tu peux entrer dans la maison ?

Il y en a plusieurs.

- L'utilisateur clique sur le bouton gauche de la souris -

entre dedans.

D'accord.

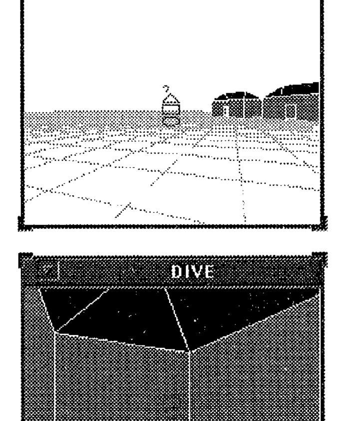


fig. 13 Exemple de dialogue.

6. *Conclusion*

Nous avons réalisé l'intégration d'un prototype d'agent conversationnel pour naviguer oralement dans un système de réalité virtuelle. Dans un premier temps, nous avons justifié l'utilisation d'un tel type d'agent dans un monde virtuel. Puis, nous avons présenté un corpus de dialogue et les statistiques que nous avons obtenues à partir de celui-ci. Ensuite, nous avons détaillé l'architecture du système et ses différents composants. Enfin, nous avons décrit l'implantation actuelle de notre agent.

Ce type d'agent conversationnel offre des perspectives importantes. Nous avons notamment le projet de l'adapter à la navigation orale dans une synthèse virtuelle de la ville de Rome antique. Cette synthèse étant réalisée par le Centre d'Études et de Recherches pour l'Antiquité de l'Université de Caen. Par ailleurs, au fur et à mesure de nos tests nous mettons en évidence de nouveaux besoins, tels que de nouvelles actions de navigation ou la création d'un agent de manipulation d'objets. Plus généralement nous pensons que ce type d'agent offre un cadre d'expérimentation unique pour le dialogue, la linguistique informatique ou encore le raisonnement géométrique.

Références

Allen, J.F., Schubert, L.K., Ferguson, G., Heeman, P., Hee Hwang, C., Kato, T., Light, M., Martin, N.G., Miller, B.W., Poesio, M. and Traum, D.R.: The TRAINS Project: A case study in building a conversational planning agent, TRAINS Technical Note 94-3, University of Rochester, New York, September 1994.

Andersson, M., Carlsson, C., Hagsand, O. and Ståhl, O.: DIVE, The Distributed Interactive Virtual Environment, Technical Reference, Swedish Institute of Computer Science, Kista, Suède, March 1994.

Aurnague, M., Sablayrolles, P., Jayez, J.: Les informations spatio-temporelles dans les constats d'accidents: Représentation du contenu sémantique et raisonnement, Traitement Automatique des Langues, vol. 35, n° 1, pp. 107-130, 1994.

Ball, G. et al: Likelike Computer Characters: The Persona Project at Microsoft Research, in Software Agents, J. Bradshaw ed., MIT Press, A paraître.

Benford, S. and Falhén, L.: A Spatial Model of Interaction in Virtual Environments, Proceedings of the 3rd European Conference on CSCW, Kluwer Academic Press, Dordrecht, September 1993.

Bolt, R.A.: Put That There: Voice and Gesture at the Graphic Interface, Computer Graphics, vol. 14, n° 3, pp. 262-270, 1980.

CoTech: Minutes of the COTECH Workgroup: Virtual and Augmented Environments for CSCW, Department of Computer Science, University of Nottingham, Nottingham, Angleterre, 1995.

El Guedj, P.O. et Nugues, P.: A chart parser to analyze large medical corpora, Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Baltimore, pp. 1404-1405, November 1994.

Godéreaux, C., Diebel, K., El-Guedj, P.O., Revolta, F. et Nugues, P.: Interactive Spoken Dialogue Interface in Virtual Worlds, One-Day Conference on Linguistic Concepts and Methods in Computer-Supported Cooperative Work, London, November 1994, Actes à paraître chez Springer Verlag.

Grudin, J.: Computer-Supported Cooperative Work: History and Focus, Computer, vol. 27,n° 5, pp. 19-26, May 1994.

Huls, C., Bos, E. and Claassen, W.: Automatic Referent Resolution of Deictic and Anaphoric Expressions, Computational Linguistic, vol. 21, n° 1, pp. 59-79, 1995.

Karlgren, J., Bretan, I., Frost, N. and Jonsson, L.: Interaction Models, Reference, and Interactivity in Speech Interfaces to Virtual Environments, 2nd Eurographics Workshop, Monte Carlo, Darmstadt, Fraunhofer IGD, 1995.

Mast, M., Kummert, F., Ehrlich, U., Fink, G.A., Kuhn, T., Niemann, H. and Sagerer, G.: A speech understanding and dialog system with a homogeneous linguistic knowledge base, IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 16, n° 2, 179-194, 1994.

Nugues, P., Godéreaux, C., El Guedj, P.O. and Cazenave, F.: Question answering in an Oral Dialogue System, In: Proceedings of the 15th Annual International Conference IEEE/Engineering in Medicine and Biology Society, Paris, vol. 2, pp. 590-591, 1993.

Nugues, P., Cazenave, F., El Guedj, P.O. and Godéreaux, C.: Un système de dialogue oral guidé pour la génération de comptes rendus médicaux, In: Actes du 9e congrès de l'AFCET-INRIA Reconnaissance de Formes et Intelligence artificielle, Paris, vol. 2, pp. 79-88, janvier 1994

Quéau, P.: Le virtuel: vertus et vertige, Champ Vallon/INA, Seyssel, 1993.

Revolta-Blaudeau, F.: Navigation dans les mondes virtuels. Résolution des références, raisonnement géométrique et exécution d'actions, Mémoire de Diplôme d'études approfondies, Université de Caen, Septembre 1995.

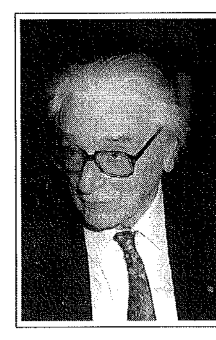
Robertson, C.G., Cord, S.K. and Mackinlay, J.D.: Information visualization using 3D interactive animation, Communications of the ACM, vol. 36, n° 4, pp. 57-71, 1993.

Adresse des auteurs: Christophe Godéreaux, Pierre-Olivier El Guedj, Frédéric Revolta et Pierre Nugues, GREYC, ISMRA et Université de Caen, 6, Boulevard du Maréchal Juin, F-14050 Caen.

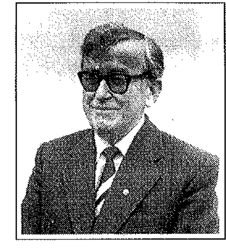
A Conversational Agent to Navigate in Virtual Worlds (Summary)

We describe the prototype of an interactive spoken dialogue interface in a virtual reality system. This prototype accepts utterances from a user enabling him or her to navigate into relatively complex virtual worlds. We first justify the significance of this type of interface in the communication quality between a user and virtual worlds. Then we present a corpus of dialogues and statistical results. Next we describe our prototype which includes a speech recognition device together with a speech synthesizer. The dialogue prototype consists in a syntactic chart parser for spoken words; a semantic analyzer handling the meaning of utterances; a reference resolution system; and a dialogue analyzer. It is integrated in the DIVE virtual reality environment developed at the Swedish Institute of Computer Science.

Nachrufe * Ni funebras



Am 18. Dezember 1995 starb in Hünfeld *Prof.Dr.mult. Konrad Zuse*. In Berlin, wo er 1910-06-22 geboren wurde, arbeitete er ab 1934 in der elterlichen Wohnung an programmgesteuerten Rechenanlagen und stellte dort 1941 mit der Z3 den ersten vollfunktionsfähigen Rechner der Welt fertig. Im Rückblick erscheinen damit das Jahr 1941 als Geburtsjahr und Berlin als Geburtsort der Kybernetik, da dort damals auch deren allgemeine Idee mit der „Denkschrift" von Hermann Schmidt vorgelegt wurde. Konrad Zuse förderte ab 1964 den Aufbau des Instituts für Kybernetik an der damaligen PH Berlin. Zu seiner letzten Veröffentlichung, deren Erscheinen er noch erlebte, wurde der Abdruck seines Eröffnungsvortrags des 14. Internationalen Kybernetik-Kongreses in Namur (GrKG/H. 36/3, 1995, S.121-124). Am Vortag war dort das beigefügte Bild enstanden.



Forpasis la 21an de decembro 1995 en Sibiu-Hermannstadt (RO) *ASci. Vasile Albu*, nutraĵkemiisto, naskiĝinta 1927-04-03 en Geoagiul de Sus (RO). Li laboris 1950 - 1964 kiel ĉefkemiisto en laboratorio kaj ĝis 1979 kiel teknologia inĝeniero kaj direktoro en alkoholaĵentrepreno. Alvokite 1990 al la naturscienca sekcio de AIS li helpis starigi ties rumanan filion en Sibiu kaj organizi studadesiojn tie. 1995 li iniciatis la fiksigon de memortabulo al la domo en la Sibiua urbocentro, en kiu 1920 Andreo Cseh startis sian faman metodon de rekta ILo-instruado, la modelo por la nuntempa instruado de ajnaj fremdlingvoj. Albu mem instruadis ILon i.a. en la Universitato Sibiu helpe al la realigo de la kursaro pri kibernetikaj psikologio kaj pedagogio. Sian lastan lekcion li tie donis ankoraŭ dum la tago de sia morto.

Edward August Symoens (1915-09-17 ĝis 1995-12-21) estis filologo pri ĝermanistiko, estrarano de Centro de Esploro kaj Dokumentado pri la monda lingvoproblemo, aŭtoro de socipolitikaj, kulturaj kaj pedagogiaj verkoj pri la Internacia Lingvo, longjara membro de la flandra sekcio de Eŭropa Klubo kaj ekde 1988 membro de la internaciaj scienca kaj teknika kolegioj de AIS. Tre grava estas lia bibliografio de altlernejaj disertaĵoj pri interlingvistiko kaj manlibro pri informado. Kiel prezidanto de ILEI li kunlaboris en projektoj i.a. de AIS pri lingvo-orientiga instruado.

Wir gratulieren

Prof.Dr. Claude Elwood Shannon vollendet am 30. April 1996 sein 80. Lebensjahr. Der in Gaylord/Mich. (USA) gebürtige Mathematiker und Informatiker arbeitete ab 1941 bei den Bell Telephone Laboratories in Murray Hill / N.J., in deren Zeitschrift er 1948 seine berühmte „Mathematical Theory of Communication" veröffentlichte. Mit dieser Maßtheorie der Information, dem Grundbegriff der Kybernetik, wurde er nach Schmidt und Zuse und zusammen mit Norbert Wiener (dessen ebenfalls 1948 erschienenes Buch „Cybernetics" schließlich den Namen durchsetzte) einer der Väter dieses neuen Wissenschaftszweigs. Schon 1938 hatte er zu ihrer Entwicklung mit einem Ansatz zur Schaltalgebra beigetragen. 1956 wurde Shannon Professor am MIT in Cambridge/Mas., wo auch Wiener lehrte. Die seit 1966 von Klaus Weltner in die Kommunikationskybernetik eingeführte Meßmethode der subjektiven Textinformation ist eine Weiterentwicklung eines 1951 von Shannon versuchten Ansatzes. Die Association International de Cybernétique Namur erkannte 1994 Shannon die Norbert-Wiener-Jubiläumsmedaille zu.

In seiner Wohnung in 12205 Berlin-Lichterfelde (Kadettenweg 50) feiert *Prof.Dr. Herbert Stachowiak* am 28.Mai 1996 seinen 75.Geburtstag. Der gebürtige Berliner (der 1994 in seine Heimatstadt zurückkehrte) ist gelernter Metallflugzeugbauer, studierte später Mathematik und Physik, war nach kurzem Kriegseinsatz im Osten wesentlich am Wiederaufbau der späteren Humboldt-Universität und dann der FU Berlin beteiligt (dort 1956 philosophische Promotion, später Honorarprofessur) und wurde Mitbegründer der Funkuniversität von RIAS Berlin. Er arbeitete als Lehrer und späterer Leiter einer privaten Abendschule in Berlin, war 1973 — 1977 Direktor des Instituts für Wissenschafts- und Planungstheorie des nordrheinwestfälischen Landesforschungszentrums FEoLL in Paderborn und lehrte gleichzeitig bis zu seiner Emeritierung Philosophie (nicht zuletzt seinen „Systematischen Neopragmatismus") als Professor an der dortigen Universität. Die Themen seiner etwa 300 wissenschaftlich-philosophischen Veröffentlichungen bewegen sich zwischen Axiomatik, Kybernetik sowie Modell- und Planungstheorie. Die Kommunikationskybernetik beeinflußte er schon seit dem „2. Nürtinger Symposion" 1964, zunächst durch Einbringung des „Motivators" in das Psychostrukturmodell, später u.a. als Mitherausgeber des „Lexikons der Kybernetischen Pädagogik" — und nicht zuletzt als langjähriger Autor, als Mitherausgeber und als Angehöriger des internationalen Beirats der „GrKG/Humankybernetik".

Sonstiges * Aliaĵoj

Der Wiener-Schmidt-Preis, dessen Vergabe für hervorragende theoretische Beiträge zur Fundierung der Bildungstechnologie durch das Institut für Kybernetik Berlin e.V. als selbständige kommunikationskybernetische Sektion der GPI anläßlich der Gedenkfeier der TU Berlin am 100.Geburtstag von Hermann Schmidt 1994-12-09 verkündet wurde (vgl. GrKG/H. 35/4, 1994, S.179), wird am 30. Juli 1996 erstmals vergeben. Den Rahmen bildet das Bildungskybernetik-Symposion, welches das IfK Berlin e.V. an der Karlsuniversität Prag (Rettigové 4) 1996-07-30/31 als Beitrag zum Programm der AIS-Sektion Kybernetik am Schluß von SUS 16 veranstaltet. (Das Sektionsprogramm beginnt mit einem Kurs über Spieltheorie von Nobelpreisträger Prof.Dr. Selten vom 21.-24.Juli.) Die Frist zur Einreichung von Vorschlägen für die Auszeichung (an das IfK-Sekretariat, Kleinenberger Weg 16B, 33100 Paderborn — mit Begründung und Beifügung geeigneter Unterlagen für den Entscheid der Jury) wurde bis 22. April 1996 letztmalig verlängert.

OMNIBUS FAUTORIBUS LINGUAE LATINAE
Academia scientiarum internationalis Sanmarinensis
studiorum sessionem suam annuam
diebus **31.8. - 7.9.1996** Arimini
(Scuola Dante Alighieri, Via Coletti 102,
I - 47037 Rimini) habebit. Pars sessionis,
diebus **2. - 6. 9. 1996**
SYMPOSIUM LATINUM
erit, et themati ***Lingua Latina - lingua internationalis heri et hodie,*** dicabitur.
Themata similia novaque proponite, acroasim discussionemque habete!

Tributum sessionis 40 marcarum Gemanicarum post acroasim habitam dimidia pro parte reaccipietis. Inscriptiones informationesque: Vera Barandovská, Kleinenberger Weg 16, D-33100 Paderborn, tel. +49/5251- 163522, fax +49/5251-163533; Janus di Censo, Via Quarenghi 40/28, I-20151 Milano, tel./fax +39/2-38007853.

„Sprache 2000" de Lothar Hoffmann

(HAAG + HERCHEN Verlag, Frankfurt a.M., 1995, ISBN 3-86137-391-2) estas nova kontribuo al la planlingvistiko. En la samnoma germanlingva libro la aŭtoro unue raportas pri siaj personaj spertoj kun interkomprenigo, planligvoj kaj perkomputila tradukado. Li mencias dudekon da tradukprogramoj kaj pli detale klarigas la programon Eurotra, uzitan iam en la Eŭropa Komunumo. Post konstato, ke neniu el la ĝisnunaj programoj kontentige funkciis, li proponas novan „semantikan kodon" por la funkcio de interŝtupa traduklingvo, fakte sur la sama principo, kiun uzis ekzemple la DLT-programo kun la iom modifita Esperanto: la fontoteksto estas unue tradukata en la interŝtupan lingvon, el kiu eblas traduki en iun ajn alian fremdlingvon. La fina fazo de la perkomputila traduko (el la interŝtupa lingvo en la cellingvojn) povas okazi laŭ la opinio de Hoffmann tute aŭtomate, se la intersistemo estas perfekta. Tia intersistemo postulas elĉerpigan kodigon de nocioj kaj de gramatikaj funkcioj. Hoffmann proponas la kodvortojn el sinsekvo de vokaloj kaj konsonantoj kun maksimuma longeco ok literoj. Specialaj signoj ekzistas por duoblaj sonoj. La multnombregaj kombinaĵoj estas sisteme laŭnocie ordigitaj. Po triopo da signoj formas vortradikojn, kiuj per sintaksaj finaĵoj kaj ligaĵoj ebligas vastan derivadon. Precize programita komputilo elektas por traduko nur la ĝustajn esprimojn. La plua avantaĝo de la „semantika kodo" estas, ke ĝi ankaŭ elparoleblas kaj povas tiel servi al senpera interkomprenigo same kiel planlingvoj. La koncepto de Hoffmann estas plua teoria kontribuo al aktuala temaro de la hodiaŭa interlingvistiko.

GIL zur Terminologiewissenschaft

Die 6. Jahrestagung der „Gesellschaft für Interlinguistik e.V." (GIL) findet vom **15. - 17.11. 1996** im Jagdschloß Glienicke, in Berlin, statt. Das Fachprogramm wird für etwa 40 - 50 Teilnehmer Vorträge zum Rahmenthema „Terminologiewissenschaftliche Aspekte der Interlinguistik" bieten. Teilnehmen können auch interlinguistisch-esperantologisch Interessierte, die nicht Mitglieder der GIL sind. Eine rechtzeitige Anmeldung ist erforderlich. (Anmeldeschluß 30. Juni 1996) Interessenten wenden sich an den Vorsitzenden der GIL, Dr.sc. Detlev Blanke, Otto-Nagel-Str. 110, D-12683 Berlin.

Oficialaj Sciigoj de AIS
Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino

Laŭjura sidejo en la Respubliko de San Marino
Sekretariejo: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
tel.: (0049-/0-)5251-64200, fakso: (0049-/0-)5251-163533

Redakcia respondeco: OProf. Dr.habil. H.Frank Finredaktita: 1996-03-20

Protokolo de la 29-a kunsido de la Senato de AIS (post la notaria fondo, la 23-a post la oficialigo de AIS fare de la Konsilio de la XII kaj la 32a post la fakta laboro) okazinta en Paderborn (D) en la prezidanta sekretariejo sabate, 1995-11-18/1695pfR, 20:15-22:30 h.

1. *(Formalaĵoj, superrigarda raporto)*

Krom OProf. Sachs, kiu ne povis veni, ĉeestis ĉiuj senatanoj, nome la profesoroj Frank, Minnaja, Pennacchietti, Quednau, Tyblewski kaj Wickström, ADoc.Mag. Joanna Lewoc kaj ADoc. Maertens. Kiel invitito partoprenis ankaŭ la revizoro AProf. Dr. Bormann. La Grandan Senaton ĉeestis OProf. Holdgrün, elektita en la novan senaton, kiu deĵoros en la jaroj 1996–1999. La senato estis do kvoruma.

La prezidanto informis, ke dum la ĵus finiĝinta unua kunsido de la nova senato estis distribuitaj la roloj laŭ la priparolita dum la 27a senatkunsido labordistribuo (vd. la protokolon de la 28-a kunsido). Li informis ankaŭ la senatan sekretarion, ke ŝi estas reelektita por ĉi tiu rolo, kion ADoc.Mag. Lewoc akceptis.

2. *(Honorigoj)*

La senato aprobis la proponon faritan de la prezidanto kaj la vicprezidanto alvoki ISKanon G. Ŝilo SMdAIS kiel profesoron de la Teknika Sektoro. Li samtempe estas nomumita komisiita direktoro de tiu ĉi sektoro kaj kiel tia li ricevis la taskon reale funkciigi tiun sektoron de AIS. La prezidanto substrekis, ke ĝi flegu praktikajn aplikojn de ajna scienco, ne nur de inĝenierscienco], tiel ke al la Teknika Sektoro apartenu estonte ankaŭ spertaj advokatoj, kuracistoj, instruistoj ktp. Tiu alvoko ne koincidas kun la decidoj faritaj dum la 27a kunsido (protokolpunkto 2.3).

3. *(Instruado kaj ekzamenado)*

La prezidanto komunikis pri la favoraj kondiĉoj, kiujn la klerigscienca universitato en Nitra ofertas al la partoprenontoj de la prov-SUS okazonta tie marte 1996.

4. *(Sciencaj konferencoj)*

La prezidanto kun bedaŭro informis la ĉeestantojn, ke la organizantoj de la 6-a Praga Konferenco pri Klerigkibernetiko ĝis nun ne montris intencon uzi ILon kiel samrangan kun la aliaj laborlingvoj; AIS tamen ne retiriĝos pro tio.

5. *(Publikigado)*

Ne okazis priparoloj.

6. *(Kunlaborprojektoj)*

Nenio priparolita.

7. *(Organiza stabiligo)*

Trezoristo ADoc.Maertens prezentis la de li faritajn laborojn koncerne la librotenadon de 1993, 1994 kaj 1995. Revizoro AProf. Bormann informis la senaton, ke li kontrolis kunlabore kun trezoristo ADoc. Maertens la spezokalkulon, la bilancon 1994 kaj parte la librotenadon, kaj konsentas kun la rezulto rekomendante la akcepton. Konforme al la peto de la Ĝenerala Asembleo (vd. protokolon) la Senato konstatis la akceptitecon de la spezokalkulo kaj de la bilanco. La prezidanto esprimis sian dankon al la trezoristo, petis lin kaj la revizoraron prepari la finkalkulojn kaj la bilancon 1995 ĝis la Ĝenerala Asembleo en Nitra kaj anoncis, ke li proponos al la Ĝenerala Asembleo elekti lin por la deĵortempo de la nova senato (al kiu ADoc. Maertens ne plu apartenos) en la revizoraron.

La prezidanto prezentis urĝan problemon rilate la domon en San Marino, siatempe uzitan por la Senata Sidejo. Li informis, ke ĝia ludoninto pretas akcepti la ekestintan situacion, se li ricevos riparkostojn en la amplekso de 3.500,– DM. La estraro de la Subtena Sektoro jam akceptis pagi unu trionon, Akademidomaro probable akceptos la pagon en la sama alteco. Sub tiuj cirkonstancoj kaj kondiĉe, ke s-ro Valentini asertos definitivan solvon de la problemo per tiuj pagoj kaj konsentos ne plu starigi postulojn al AIS, la senato akceptis per tiu lasta ago pace fini la ĝisnun daŭrajn intertraktojn kaj kontribui ankaŭ unu trionon de la postulita rekompenco.

La prezidanto informis, ke la senata sekretario ricevis laborpermeson ekde la 23a de aŭgusto 1995, kio signifas — je preskaŭ unujara prokrasto — ekvalidon de la laborkontrakto subskribitan inter Mag. Joanna Lewoc kaj AIS-Deutschland (pere de ĝia reprezentanto OProf. Dr.habil. Frank) 15.09.1994. (La laborkontrakto estis kondiĉita per havigo de laborpermeso al Mag. Lewoc kaj tial ĝi ekvalidis nur ekde la 23a de aŭgusto 1995 anstataŭ ekde la unua de oktobro 1994).

8. *(Akademiaj rekomendoj)*

Neniuj rekomendoj de la malnova senato.

9. *(Diversaĵoj)*

La prezidanto dankis al la senatanoj pro la kunlaboro en la pasintaj 4 jaroj de la deĵortempo, precipe al OProf. Sachs kaj al trezoristo ADoc. Maertens, kiuj ne plu apartenos al la nova senato. La prezidanto dankas ankaŭ al la ĉeestinta AProf.Dr. Bormann pro lia ĝisnuna aktiva kaj helpa laboro kiel revizoro. Ĉi lasta estis ankaŭ petita plu plenumadi tiun taskon. Bedaŭrinde pro liaj eventualaj aliaj okupoj tio verŝajne ne plu estos ebla.

Per tio ĉi finiĝis la lasta kunsido de la senato elektita por la deĵortempo 1991-1995 kaj samtempe — kondiĉe ke la Ĝenerala Asembleo dum prov-SUS en Nitra donos la petotan senŝarĝigon — ankaŭ ĝia laboro.

Protokolinto:	Gvidinto:
ADoc.Mag.	OProf. Dr.habil.
Joanna Lewoc	Helmar Frank
Senata Sekretario	prezidanto

Kompletigo de la senataj oficoj kaj taskoj por la jaroj 1996–1999

En GrKG/H. 36/4, 1995, pj 190-191, erare de nur 9 (de entute 11) senataj oficoj estas diskonigitaj la elektitaj gvidantoj kaj iliaj anstataŭantoj, nome la nomoj de la prezidanto (OProf. Dr.habil. H.Frank), de la vicprezidanto (OProf. F.Pennacchietti), de la gvidantoj de la oficejoj pri financoj (OProf. Wickström; anst. OProf. Frank), pri protokolado (ADoc.Mag. J.Lewoc; OProf. H.Holdgrün), pri ekzamenoj (OProf. F.Pennacchietti; OProf. C.Minnaja), pri la akademia strukturo (OProf. Dr.habil. T.Tyblewski; OProf. H.M.Maitzen), pri studado (OProf. H.-D. Quednau; OProf. R.Fößmeier), pri honorado (OProf. H.M.Maitzen; OProf. T.Tyblewski) kaj pri akademia identeco (OProf. Frank; OProf. Tyblewski). Aldonendas la jenaj alineoj pri la laŭregularaj oficoj 8 kaj 9:

Senatano pri esplorado kaj evoluigado kaj direktoro de la sciencofico: OProf. Carlo MINNAJA dr., Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata, Via Belzoni 7, I-35131 Padova. (Vicdirektoro: OProf. Horst S. HOLDGRÜN dr.)

Instigado al sciencaj kunlaborprojektoj sub la tegmento de AIS, kontrolado de la realigado de tiaj kunlaborprojektoj, konsilado pri ilia administradmaniero, kontrolado ilian taŭgan dokumentadon kaj reprezentado de la akademio en la (kun-)okazigado de sciencaj konferencoj. (Dum la senata deĵorperiodo 1996-1999 la senatano pri esplorado kaj evoluigado flegadas krome la kontakton de AIS al la registaraj instancoj de la Respubliko de San Marino.)

Senatano pri publikaj rilatoj kaj informado kaj Direktoro de la informofico: OProf. Dr.habil. Reinhard FÖSSMEIER; Dollmannstr. 19, D-81541 München 90; tel./telekopiilo: +49/89-6518661; (Vicdirektoro: OProf. Hans Michael MAITZEN dr.habil.)

Nomumado de kontaktpersono al la organizoj de la Esperanto-Movado (la kontakton al UEA flegadas dum la deĵorperiodo 1996-1999 vicdirektoro Maitzen), zorgado pri la kontaktoj al eŭropaj kaj internaciaj institucioj, zorgado pri la publikigo de ISD kaj de la AIS-regularoj (dum la deĵorperiodo 1996–1999 kunlabore kun la senatano pri akademia identeco), propagandado de verkaĵoj el AIS kaj de „Acta Sanmarinensia", transpreno de la gazetarinformado, enhava kaj formala kontrolado de „Acta Sanmarinensia", flegado de la kontakto al Akademia Libroservo, serĉado de alvokindaj scienculoj, varbado de studentoj, kandidatoj kaj partoprenantoj por SUS-oj kaj zorgado pri la marketingo de AIS (oferto de AIS-aĵoj ktp.).

Protokolo de la Asembleo de la Subtena Sektoro de AIS San-Marino, 1996-03-03, 15h00, en salono Komenský dum la prov-SUS en Nitra, Slovakio.

1. *(Formalaĵoj)*

La asembleon kunvokis, pro nefunkcio de la estraro, la prezidanto de la akademio, OProf. Dr. habil. Frank, per skriba invito de 1996-01-31. Ĉeestas nur personaj subtenaj membroj kaj tripersona delegacio de SAIS. Laŭ KS 5.1 (3), OProf. Frank kiel plej aĝa ĉeesta senatano gvidas la asembleon. La ĉeestantoj decidas, ke ILo estu la sola laborlingvo, kaj akceptas la tagordon publikigitan en la invito (programo de la prov-SUS). Ĉiuj ĉeestantoj havas ĉeestrajton. Neniu esprimas dubon pri la kvorumeco de la asembleo.

2. *(Ĝenerala raporto)*

OProf. Frank raportas, ke la estraro elektita dum SUS 15 ne ekfunkciis. Estrarano *Winkler*, kiu kan-

didatis por la direktoreco, ne estas atingebla. Intertempe retiriĝis kvar aliaj estraranoj. OProf. Frank proponas novan elekton de la estraro kaj raportas, ke pretas rekandidati la kvin estraranoj *Buss, Engel, Piotrowski, Sammaritani-Heuer* kaj *Tuĥvatullina.* S-ino Buss estas preta kandidati por la posteno de la direktoro. D-ro Piotrowski planis partopreni la asembleon, sed survoje havis akcidenton. S-ino Tuĥvatullina malfruiĝinte alvenos.

3.*(Financa raporto)*
Ne okazas.

4. *(Decidoj pri proponoj)*
Ne okazas.

5. *(Kromaj tagordaj punktoj)*
Ne estas.

6. *(Kompletigaj elektoj)*
La asembleo per apartaj voĉdonoj unuanime elektas ĉiujn kvin kandidatojn. Kiel la elektendajn du vicestraranojn la asembleo elektas, same unuanime, PDoc. Barandovská-Frank kaj OProf. Wickström en ĉi tiu vicordo. Krome estas elektitaj jenaj komitatanoj: Dr. Carlevaro, Dr. Chrdle, AProf. Dudich, OProf. Maitzen, OProf. Minnaja, Bac. Pirlot, Dr. Weeser-Krell.

7. *(Diversaĵoj)*
Ne estas traktendaj.

La asembleo finiĝas je 16h10.

OProf. Dr.habil.	OProf. Dr.habil.
Helmar Frank	Reinhard Fössmeier
(kunsidgvidanto)	(protokolanto)

La protokoloj de la 30-a kunsido post la notaria fondo (la 33a post la fakta eklaboro) de la Senato de AIS kaj de la 10-a kunsido de la Ĝenerala Asembleo de la Scienca Sektoro de AIS, okazintaj inter la 2a kaj la 8a de marto 1996 dum la prov-SUS en la Klerigscienca Universitato Nitra (SK), aperos en GrKG/H. 37/2, junio1996.

La inaŭguro de SUS 16 okazos en salono Schmidt de Hotelo FORUM, Praha, apud la kongrespalaco (metro: Vyšehrad) merkredon 1996-07-24, je la 9-a horo — senpere antaŭ la daŭrigo de la kurso pri „Ludteorio" de OProf. Selten, per kies unua lekcio startos dimanĉon, la 21an de julio, 14:00h en la kongrespalaco la Internacia Kongresa Universitato (IKU) Ankaŭ la unua lekcio de la SUS-kurso de OProf. Bociort pri estetiko okazos jam antaŭ la inaŭguro de SUS 16. kiel dua AIS-lekcio kadre de la IKU-programo, nome lundon, 9:00h. — Dum la 11-a Ĝenerala Asembleo, mardon, 1996-07-30, 17h en la Karla Universitato, Rettigové 4 (metro: Museum) — senpere antaŭ la solena fermo de SUS 16 — okazos la elekto de la vicsenatanoj por 1996-1999 kaj la decido pri la bilanco 1995.

La inaŭguro de SUS 17 okazos en salono Boulanger de la universitato de Rimini, lundon, 1996-09-02, 17h, senpere post la tie okazonta Asembleo de la Subtena Sektoro. La 12-a ĜA okazos 1996-09-06, 16h, en la Respubliko de San Marino (probable en Dogano), senpere antaŭ la solena fermo.

Limdatoj:

Kiel anoncite en la oficialaj sciigoj de AIS en GrKG/H. 36/3, sept. 1995, p. 136, la limdato por kandidatiĝi dum SUS 16 estis 1996-02-23, por SUS 17 estos 1996-03-31. Kandidatoj, kies kandidatleteroj alvenos pli malfrue, pagu — se la akcepto ankoraŭ eblas — la laŭregularan malfruiĝ-kotizon.

Por la programo de SUS 16 prelegoj ne plu estas akcepteblaj post la 31-a de marto, krom kontribuoj al la Klerigkibernetika Simpozio de IfK Berlin e.V. kadre de sekcio 1 (30a kaj 31-a de julio) kaj krom koncizprelegoj. Por la programo de SUS 17 prelegproponoj akceptas la dekanoj kaj la senata sekretario ĝis la 30a de aprilo 1996.

Jam certas la jenaj kursoj dum SUS 16: en sekcio 1 „Ludteorio" (OProf. Selten) kaj „Informacipsikologio" (OProf. Frank); en sekcio 4 „Estetiko" (OProf. Bociort).

Krome okazos Akademia Forumo kaj sinprezentadoj de AIS kaj diversaj kolektivaj membroj kaj aliaj kunagantaj organizoj de AIS en la kongresejo vendredon, 1996-07-26, 9–13 h.

Dum SUS 17 en sekcio 1 kursojn gvidos OProf. Fößmeier kaj OProf. Frank.

Detaloj pri SUS 16 kaj SUS 17 estos diskonigitaj en la junia numero de GrKG/H kaj jam antaŭe sciigataj al aliĝantoj.

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang (ca. 36.000 Anschläge) können in der Regel nicht angenommen werden; bevorzugt werden Beiträge von maximal 8 Druckseiten Länge. Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 1982 regelmäßig auch Artikel in den drei Kongreßsprachen der Association Internationale de Cybernétique, also in Englisch, Französisch und Internacia Lingvo.
Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen - verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b" usf.. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden nach dem Titel vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. - Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem Zusatz „a" etc.) zitiert werden. - Bilder (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) einschl. Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu numerieren und nur so zu erwähnen, nicht durch Wendungen wie „vgl. folgendes (nebenstehendes) Bild". - Bei Formeln sind die Variablen und die richtige Stellung kleiner Zusatzzeichen (z.B. Indices) zu kennzeichnen.
Ein Knapptext (500 - 1.500 Anschläge einschl. Titelübersetzung) ist in mindestens einer der drei anderen Sprachen der GrKG/Humankybernetik beizufügen.
Im Interesse erträglicher Redaktions- und Produktionskosten bei Wahrung einer guten typographischen und stilistischen Qualität ist von Fußnoten, unnötigen Wiederholungen von Variablensymbolen und übermäßig vielen oder typographisch unnötig komplizierten Formeln (soweit sie nicht als druckfertige Bilder geliefert werden) abzusehen, und die englische oder französische Sprache für Originalarbeiten in der Regel nur von „native speakers" dieser Sprachen zu benutzen.

Direktivoj por la pretigo de manuskriptoj

Artikoloj, kies amplekso superas 12 prespaĝojn (ĉ. 36.000 tajpsignojn) normale ne estas akceptataj; preferataj estas artikoloj maksimume 8 prespaĝojn ampleksaj. Krom germanlingvaj tekstoj aperadas de 1982 ankaŭ artikoloj en la tri kongreslingvoj de l'Association Internationale de Cybernétique, t.e. en la angla, franca kaj Internacia lingvoj.
La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo, en kazo de samjareco aldoninte „a", „b" ktp.. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De disaj publikaĵoj estu - poste - indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo), la loko kaj jaro de la apero, kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. - En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). - Bildojn (laŭeble presprete aldonendajn!) inkl. tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii ilin nur tiel, neniam per teksteroj kiel „vd. la jenan (apudan) bildon". - En formuloj bv. indiki la variablojn kaj la ĝustan pozicion de etliteraj aldonsignoj (ekz. indicoj).
Bv. aldoni resumon (500 -1.500 tajpsignojn inkluzive tradukon de la titolo) en unu el la tri aliaj lingvoj de GrKG/Humankybernetik.
Por ke la kostoj de la redaktado kaj produktado restu raciaj kaj tamen la revuo grafike kaj stile bonkvalita, piednotoj, nenecesaj ripetoj de simboloj por variabloj kaj tro abundaj, tipografie nenecese komplikaj formuloj (se ne temas pri prespretaj bildoj) estas evitendaj, kaj artikoloj en la angla aŭ franca lingvoj normale verkendaj de denaskaj parolantoj de tiuj ĉi lingvoj.

Regulations concerning the preparation of manuscripts

Articles occupying more than 12 printed pages (ca. 36,000 type-strokes) will not normally be accepted; a maximum of 8 printed pages is preferable. From 1982 onwards articles in the three working-languages of the Association Internationale de Cybernétique, namely English, French and Internacia Lingvo will appear in addition to those in German. Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors, (abbreviated if necessary, should be indicated. Works by a single author should be named along with place and year of publication and publisher if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. - Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). - Illustrations (fit for printing if possible) should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. They should be referred to as such in the text and not as, say, "the following figure". - Any variables or indices occuring in mathematical formulae should be properly indicated as such.
A resumee (500 - 1,500 type-strokes including translation of title) in at least one of the other languages of publication should also be submitted.
To keep editing and printing costs at a tolerable level while maintaining a suitable typographic quality, we request you to avoid footnotes, unnecessary repetition of variable-symbols or typographically complicated formulae (these may of course be submitted in a state suitable for printing). Non-native-speakers of English or French should, as far as possible, avoid submitting contributions in these two languages.

Forme des manuscrits

D'une manière générale, les manuscrits comportant plus de 12 pages imprimées (env. 36.000 frappes) ne peuvent être acceptés; la préférence va aux articles d'un maximum de 8 pages imprimées. En dehors de textes en langue allemande, des articles seront publiés régulièrement à partir de 1982, dans les trois langues de congrès de l'Association Internationale de Cybernétique, donc en anglais, français et Internacia Lingvo.
Les références litteraires doivent faire l'objet d'une bibliographie alphabétique en fin d'article. Plusieurs œuvres d'un même auteur peuvent être énumérées par ordre chronologique. Pour les ouvrages d'une même année, mentionnez "a", "b" etc. Les prénoms des auteurs sont à indiquer, au moins abrégés. En cas de publications indépendantes indiquez successivement le titre (eventuellement avec traduction au cas où il ne serait pas dans l'une des langues de cette revue), lieu et année de parution, si possible éditeur. En cas d'articles publiés dans une revue, mentionnez après le titre le nom de la revue, le volume/tome, pages et année. – Dans le texte lui-même, le nom de l'auteur et l'année de publication sont à citer par principe (eventuellement complétez par "a" etc.). – Les illustrations (si possible prêtes à l'impression) et tables doivent être numérotées selon "fig. 1" etc. et mentionées seulement sous cette forme (et non par "fig. suivante ou ci-contre").
En cas de formules, désignez les variables et la position adéquate par des petits signes supplémentaires (p. ex. indices).
Un résumé (500–1.500 frappes y compris traduction du titre est à joindre rédigé dans au moins une des trois autres langues de la grkg/Humankybernetik.
En vue de maintenir les frais de rédaction et de production dans une limite acceptable, tout en garantissant la qualité de typographie et de style, nous vous prions de vous abstenir de bas de pages, de répétitions inutiles de symboles de variables et de tout surcroît de formules compliquées (tant qu'il ne s'agit pas de figures prêtes à l'impression) et pour les ouvrages originaux en langue anglaise ou en langue française, recourir seulement au concours de natifs du pays.